



기본 | 17-18

지능정보사회에 대응한 차세대 국가공간정보 전략 연구

A Study on the National Spatial Information Strategies for
Intelligent Information Society

사공호상 외

기본 17-18

지능정보사회에 대응한 차세대 국가공간정보 전략 연구

A Study on the National Spatial Information Strategies for
Intelligent Information Society

사공호상 외

■ 연구진

사공호상 국토연구원 선임연구위원(연구책임)

임시영 국토연구원 책임연구원

성혜정 국토연구원 책임연구원

■ 외부연구진

김민수 대전대학교 교수

이지영 서울시립대학교 교수

임영모 (주)지오투정보기술 부장

최형환 (주)이지스 이사

■ 연구심의위원

정일호 국토연구원 선임연구위원

임은선 국토연구원 연구위원

김미정 국토연구원 연구위원

김대종 국토연구원 연구위원

김종학 국토연구원 연구위원

손우준 국토교통부 지적재조사사업단

김 겐 한국교원대 교수



요즘 뉴스나 신문을 보면 하루도 빠짐없이 등장하는 이슈가 제4차 산업혁명이다. 4차 산업혁명은 초연결과 첨단기술의 융합 그리고 인공지능을 기반으로 하고 있어, 다가올 미래의 산업과 사회적 변화를 총칭하는 의미로 받아들여지고 있다. 그래서 우리 정부도 대통령 직속으로 ‘4차산업혁명위원회’를 구성하여 국가차원의 대응방향과 전략을 모색하고 있다.

지난해 다보스 포럼에서 클라우드 슈밥 회장이 4차 산업혁명을 논의 의제로 들고 나온 이후부터 전 세계는 4차 산업혁명이 가져올 변화에 대한 논의로 뜨겁다. 4차 산업혁명을 기정사실로 받아들이는가 하면, 세계적 경제학자인 로버트 J. 고든 교수는 혁명적이라고 할 만한 산업의 변화가 없을 것이라는 상반된 주장을 펴기도 한다. 그럼에도 불구하고 자율주행자동차가 도로를 달리기 시작하고 스마트 공장이 늘어나는가 하면 인공지능이 사람을 능가하는 일들이 잦아지면서 변화의 조짐을 실감하고 있다.

변화에 대한 준비는 항상 다양하다. 국가는 위원회를 구성하고 기업은 대응부서를 만든다. 연구자들은 관련 주제를 고민하고 소비자는 혁신성이 반영된 제품이나 서비스를 찾는다. 4차 산업혁명이 아직은 시작단계이고 어떤 방향으로 진행될 것인지는 우리가 어떻게 대응하는가에 달려있다. 따라서 국가는 총괄적으로, 부처나 기업은 해당 분야의 특성에 맞는 정책방향과 전략을 모색해야 한다.

이 연구는 공간정보의 미래 전략을 연구한 것으로, 다가오는 지능정보사회와 4차 산업혁명의 대응에 중요한 의미가 있다. 지도와 위치정보는 생활의 필수적 요소이지만 물이나 공기처럼 너무나 익숙해서 새삼스럽게 중요성을 인식하지 못할 뿐이다. 공간정보가 생활 속에 깊이 들어오기까지는 끊임없는 기술과 서비스 개발 덕분이라고 생각된다. 그 동안 종이지도에서 수치지도로, 2차원에서 3차원으로, 지상과 지하, 실내와 실외, 드론이 날아다니는 빈 공간까지 세세히 정보화를 추진해 왔다. 산업적 측면에서도 공간정보는 상당한 기여를 하고 있다. 글로벌 혁신기업으로 성장한 에어비앤비와 우버는 공간정보를 기반으로 하는 온오프라인 산업의 대표적인 사례로 꼽힌다. 최근 들어

자율주행자동차로 인해 지도에 관심이 높아지고 있다. 자율주행자동차의 글로벌 시장을 선점하기 위해서는 지도를 확보하는 것이 관건이기 때문이다.

지금까지 공간정보는 일상생활과 산업에서 중요한 역할을 담당해 왔다. 다른 분야와 마찬가지로 공간정보도 4차 산업혁명과 지능정보기술에 부합하는 혁신적인 기능과 역할을 찾아야 한다. 그런 의미에서, 가보지 않은 길을 찾기 위해 연구원들이 애쓰고 고민한 흔적이 역력하다. 공간정보 연구가 기술위주로 전개되는 것을 보완하기 위해서 인문학적 요소를 고려한 것은 신선한 접근이라고 생각된다.

본 연구는 공간정보라는 한 부문에 해당하지만 그 파급효과를 감안할 때 4차 산업혁명과 지능정보사회에 크게 기여할 것으로 기대된다. 끝으로, 본 연구에 참여해 주신 외부전문가 이지영 교수님, 김민수 교수님, 임영모 부장님께 감사드리며, 사공호상 연구 책임을 비롯한 임시영 책임연구원, 성혜정 책임연구원 그리고 다수의 원내외 자문위원과 심사위원 여러분의 노고에 감사의 뜻을 전한다.

2017년 12월

국토연구원장 김 동 주

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS



본 연구보고서의 주요 내용

- 1 본 연구는 다가오는 4차 산업혁명과 지능정보사회에 효과적으로 대응할 수 있는 국가 공간정보의 발전방향을 모색하고, 2030년을 목표로 중장기 추진전략을 제시
- 2 초연결, 초융합, 초지능 기술의 발전에 힘입어 물리적 환경과 사이버 환경이 융합하는 ‘사이버물리시스템’이 4차 산업혁명과 지능정보사회를 견인할 것으로 예상
- 3 공간정보는 현실세계를 컴퓨터상 사이버공간으로 구현함과 동시에 양자를 연결하고 융합하는 플랫폼의 기능을 담당할 것으로 전망
- 4 따라서, 차세대 공간정보의 비전 목표는 현실세계와 가상세계 간 상호작용이 가능한 ‘디지털 트윈 공간(Digital Twin Space, DTS)’을 제안
- 5 디지털 트윈 공간은 사회 모든 부문의 데이터를 효과적으로 통합·활용하고, 협업을 지원할 수 있는 플랫폼으로써 지능정보사회의 혁신기반이 될 것임

본 연구보고서의 정책제안

- 1 DTS를 성공적으로 추진하기 위해서는 중앙부처, 지방자치단체, 경찰청, 소방방재청 등 관계기관 간 합의에 의한 협력적 거버넌스 체계 필요
- 2 국가가 모든 데이터를 구축·제공하던 종전의 방식으로 DTS를 효과적으로 구축, 유지관리, 갱신할 수 없으므로 민간과 시민의 적극적 참여 유도
- 3 DTS는 공공기관과 민간기업, 시민 등 다양한 사용자가 적극적으로 참여해야 성공을 거둘 수 있기 때문에 개방적 생태계 조성 필요
- 4 제6차 국가공간정보 정책 기본계획 수립과 국가공간정보 R&D 기획 시 DTS 구축을 위한 실천과제를 발굴하고 일관성 있는 상호 조율과 협력 필요



1. 연구의 개요

□ 연구의 배경 및 필요성

- 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드, 인공지능, 가상현실, 증강현실 등과 같은 기술이 빠르게 발전하고, 이들이 서로 융합하면서 4차 산업혁명의 변화가 현실화 되고 있음
- 물리적 세계와 사이버 세계를 융합하는 사이버물리시스템이 4차 산업혁명의 핵심요소로 부상하면서 공간정보의 기능과 역할이 재조명되고 있음
- 정부는 자율주행차와 드론, 스마트 시티 등과 같은 차세대 산업에 큰 영향을 미치는 공간정보의 정책 수립과 R&D사업 추진전략을 마련 중임

□ 연구의 목적

- 본 연구는 다가오는 4차 산업혁명과 지능정보사회에 효과적으로 대응할 수 있는 국가공간정보의 발전방향을 모색하고, 2030년을 목표로 중장기 추진전략을 제시 하는데 목적이 있음
- 인문학, 공간데이터, 정보통신의 관점에서 공간정보의 미래를 전망하고, 지능정보사회의 수요에 부응하는 국가공간정보 전략을 제시
- 차세대 공간정보의 개념과 모델을 정립하고, 이를 추진하기 위한 데이터, 기술개발, 서비스 각 부문의 전략을 제시

□ 연구의 범위와 방법

- 이 연구는 국가차원의 공간정보 정책과 전략을 대상으로 하며, 목표연도는 지능정보기술이 보편적으로 활용될 것으로 예상되는 2030년으로 함

- 다가올 미래를 전망하고 이에 부응하는 전략을 모색하기 위해 국제세미나, 자문회의, 기술개발 현장방문 등을 통해 최신정보를 수집·분석하고, 연구결과와 타당성을 확인하기 위해 세미나, 토론회, 학술대회를 통해서 관계기관 전문가와 지식 공유 및 의견 수렴

2. 지능정보사회의 공간정보

□ 지능정보사회의 개념

- 2016년 다보스 포럼을 시작으로 전 세계는 제4차 산업혁명과 인공지능 기술이 초래할 미래사회의 모습에 대해 긍정적인 전망과 부정적인 전망을 내놓는 등 열띤 논쟁을 벌이고 있음
- 다양한 논의를 종합하면, 지능정보사회는 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드, 가상현실, 증강현실, 인공지능 기술 등이 보편적으로 활용되어 경제, 사회, 문화, 생활에 영향을 주는 사회로 정의할 수 있음

□ 지능정보사회의 특징

- (초연결성) 사람-사물-장소-프로세스 등 만물(萬物)이 유무선 통신으로 연결되어 데이터와 정보를 서로 공유하는 것을 말하며, 사물인터넷망과 5G의 도입으로 연결성이 더욱 가속화
- (초융합성) 서로 다른 기술과 분야 간 융합으로 인하여 혁신이 일어나고 있으며, 특히 물리시스템과 사이버 시스템의 융합은 산업은 물론 사회 전반에 혁신을 초래하고 있음
- (초지능성) 최근 들어 딥러닝 기술의 발달로 인하여 인공지능에 관심이 집중되고 있으며, 향후 인공지능이 우리 생활과 산업, 직업 등에 미칠 영향은 상상을 초월할 것으로 전망

□ 지능정보사회의 공간정보

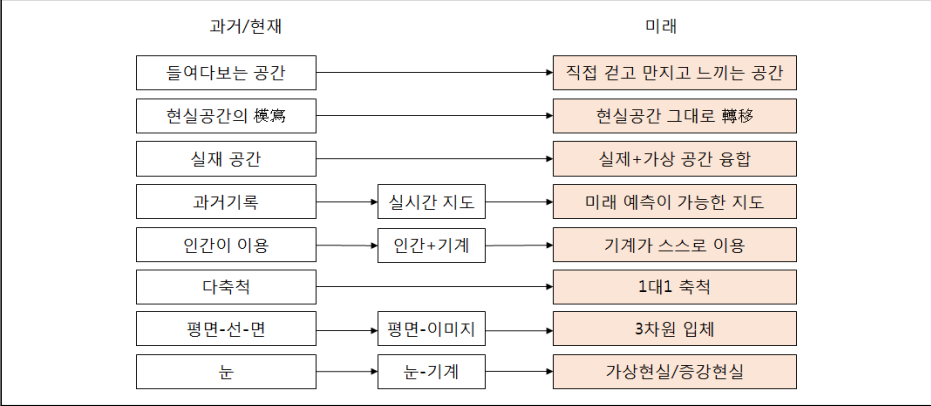
- 공간정보는 공간상에 존재하는 지형지물의 위치와 크기, 형태, 속성 등을 나타내는 정보로 교통, 환경, 재난재해 등과 같은 활용분야의 정보와 융합함으로써 가치를 창출하는 특성을 가지고 있음
- 공간정보는 ‘지도’와 ‘위치(GPS)’의 형태로 온오프라인 서비스, 위치기반서비스의 핵심요소로 자리 잡고 있으며, 스마트 폰과 같은 모바일 기기에 내재화됨으로써 조용한 기술(Calm Technology)로 발전
- 지능정보사회에서 공간정보는 장소를 중심으로 빅데이터를 통합하는 기능, 가상현실과 증강현실의 콘텐츠 기능, 활용분야와 융합을 통한 가치창출, 물리공간과 사이버공간을 연계하는 플랫폼 등으로 기능이 확대될 전망

3. 미래 공간정보 발전 전망

□ 인문학적 관점

- 인간의 본능적 욕구에 기반하여 공간정보의 미래 수요를 전망하였으며, 이러한 시도는 기술 중심적 사고의 한계를 보완
- 심리학자 에이브러햄 매슬로(Abraham Maslow)의 인간욕구 이론에 기반하여 공간정보의 미래를 전망
- 과거 사람들은 공간을 단순히 들여다보았다면 현대인들은 공간을 느끼고자 하며, 이러한 경향이 사이버공간의 수요를 창출하고 있음
- 사람들은 가급적 직관적으로 공간을 이해하고 실시간 공간상황을 알고 자 하는 경향이 강함

그림 1 | 인문학적 관점에서 본 공간정보의 미래

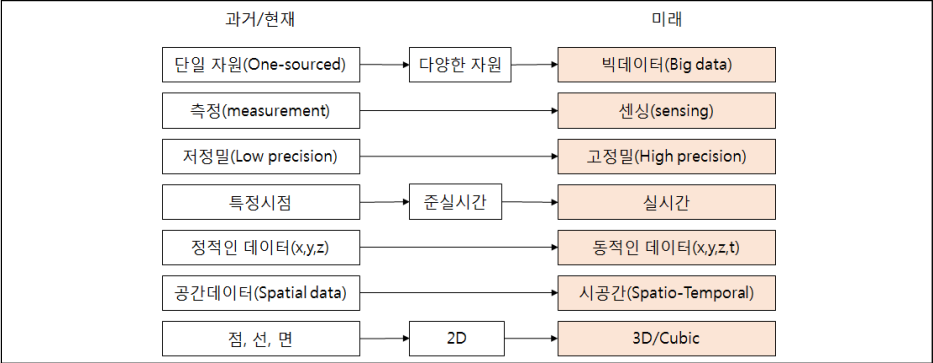


자료: 저자 작성

□ 공간 데이터의 관점

- 공간데이터는 기본적으로 측지(Geodesy), 측량(Survey), 측위(Positioning)에 기반하고 있으며 데이터 수집, 저장, 가공, 전송 등 첨단기술에 힘입어 점차 3차원, 고정밀, 실시간, 시공간, 센싱 등으로 발전하고 있음
- 센서 및 계측 기술의 발달로 단일자원에서 다양한 자원을 활용 수 있는 환경으로 발전하고 있으며, 이에 따라 공간데이터와 ICT기술의 융합이 가속화되고 있음
- 지형지물의 정태적 상황을 표현하던 데이터 기술에서 점차 시간요소를 포함한 동적인 공간의 상황정보를 얻을 수 있는 방향으로 발전
- 자율주행차, 드론, 로봇 등 자율운행 기기의 활용이 본격화되면서 점차 상세하고 정확한 공간정보 수요가 크게 증가

그림 2 | 공간데이터의 미래 발전 전망

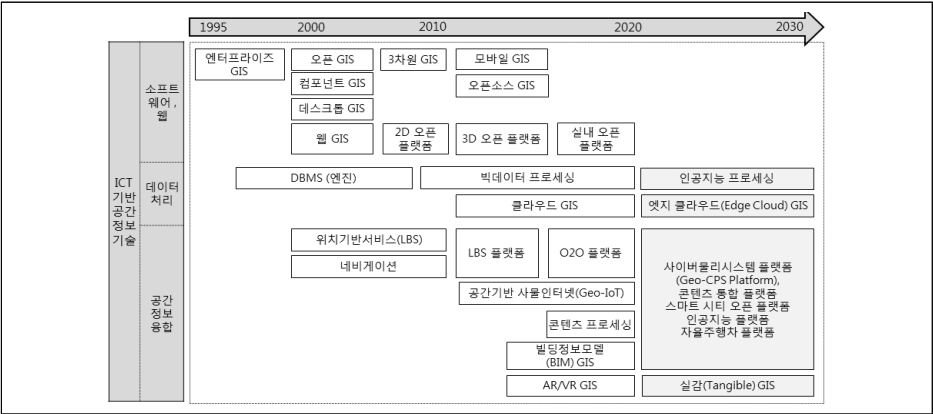


자료 : 저자 작성

□ ICT와 공간정보 융합 관점

- 공간정보는 데이터를 저장하는 하드웨어 기술, 전송하는 인터넷 기술, 대용량데이터는 컴퓨팅 기술, 융합하는 API 기술 등과 같은 정보통신 기술에 매우 큰 영향을 받고 있음
- 공간정보는 정보통신 기술과 융합을 통해서 다양한 데이터를 수집·통합·활용하는 플랫폼이 될 것으로 전망됨

그림 3 | ICT기반 공간정보기술 미래 전망



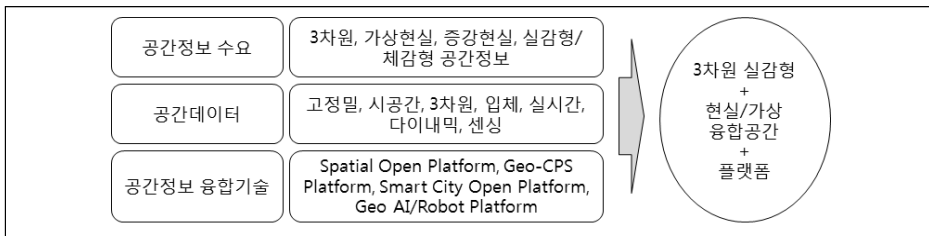
자료 : 저자 작성

4. 공간정보 발전 방향과 ‘디지털 트윈 공간’ 개념 구상

□ 공간정보의 발전방향

- 인문학적 관점과 공간데이터 및 관련기술의 관점에서 공간정보의 미래를 전망한 결과 실제공간과 가상공간의 융합, 공간정보와 초연결 및 지능기술의 융합, 사람·시간·공간 각 요소의 간극 축소 경향이 뚜렷하게 나타남
- 공간정보는 현실세계를 디지털 가상공간으로 구현하는 수단과 현실세계와 가상세계를 연결하고 데이터를 통합·분석하는 플랫폼 그리고 현실세계와 가상세계를 연결하는 인터페이스의 기능을 담당하게 될 것으로 전망됨

그림 4 | 공간정보의 발전방향

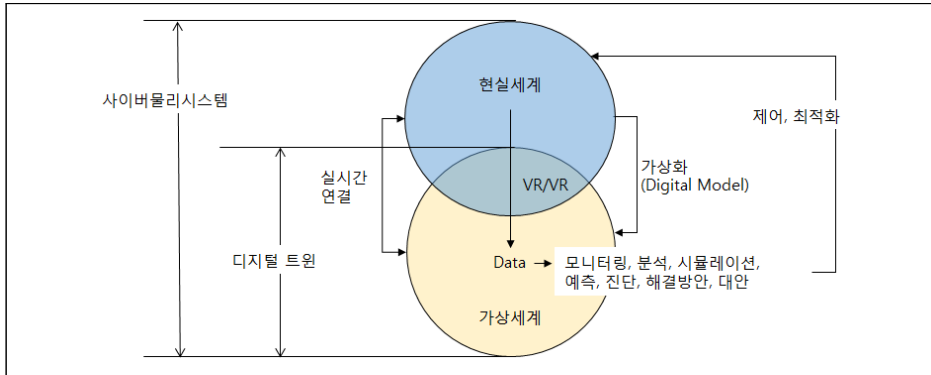


자료 : 저자 작성

□ 현실세계와 가상세계의 융합 메커니즘

- 물리적 환경과 가상환경의 융합, ‘사이버물리시스템(Cyber Physical System, CPS)’이 4차 산업혁명을 선도하는 핵심요소로 자리 잡음
- 하드웨어와 소프트웨어를 통합한 사이버물리시스템은 정보를 활용하여 물리세계에 대한 이해를 높여주고, 스스로 인지하고 반응하는 자율성이 있기 때문에 인간의 삶을 변화시킬 혁신적인 기술로 주목받고 있음
- 현실세계와 가상세계를 연계하는 개념은 <그림 5>에서 보는 바와 같이, 현실세계의 물리적 자산에 부착된 센서 등을 통해서 수집되는 데이터를 가상환경에서 분석, 시뮬레이션, 예측 등의 과정을 거쳐 정보를 얻은 다음, 이를 현실세계에 반영하여 상태를 최적화하거나 문제를 해결함

그림 5 | 현실세계와 가상세계의 융합 개념도



자료: 저자 작성

□ 스마트 사회를 위한 공간정보 목표상 : ‘디지털 트윈 공간’ 구상

- 디지털 트윈은 3차원 모델링을 통해 물리적 자산의 형태나 프로세스를 디지털로 복제하는 것을 말하며 모양, 위치, 움직임, 상태 및 동작을 포함하고 있음
- 실제공간과 똑같은 디지털 공간을 ‘디지털 트윈 공간(Digital Twin Space, DTS)’ 이라고 칭하고, 차세대 국가공간정보가 추구해야 할 목표로 제시함
- DTS는 현실세계의 물리적 환경과 똑같은 가상환경을 말하며, 물리적 환경과 연계된 각종 데이터를 이용하여 현실세계를 모니터링하거나 문제를 분석하고 동시에 해결방안을 모색하여 현실세계에 반영
- 스마트 시티나 스마트 사회는 이와 같은 하드웨어와 소프트웨어의 통합시스템이 필요하며, 공간정보는 물리적 환경을 가상환경으로 구현하는 가장 효과적인 수단이자 양자를 연결하는 플랫폼임

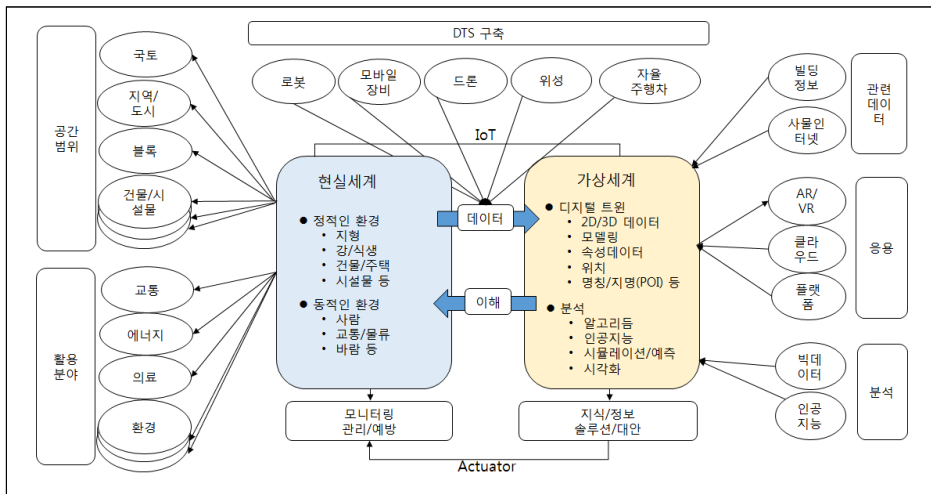
□ DTS의 개념적 모델

- DTS는 현실세계와 가상세계로 구성되며, 현실세계는 정적인 환경요소와 동적인 환경요소로 구분할 수 있음
- 정적인 환경은 지형, 도로, 건물, 시설물 등 물리적 요소로 구성되며, 3차원 데이

터 모델링을 통해서 디지털 트윈으로 구현함

- 사람, 차량, 물, 공기, 바람 등 동적인 요소는 센서를 비롯한 다양한 소스로부터 수집되며, 이를 디지털 객체와 연계함으로써 가상세계에 반영됨
- 실시간으로 들어오는 엄청난 양의 데이터를 알고리즘과 인공지능을 통해 자동으로 분류하고 실시간으로 분석할 수 있도록 사전에 논리적 모형으로 개발
- DTS의 공간적 범위는 국토, 지역, 도시, 블록, 건물, 시설물 등으로 활용목적에 따라 다르지만 대체로 활용목적과 운영주체에 따라 구분
- DTS의 활용분야는 교통, 에너지, 의료, 환경 등 사회의 모든 분야에 해당하며, 공공부문에서는 행정목적이나 대상에 의해 구분하고, 민간부문은 활용목적에 따라 구분할 수 있음
- DTS를 구축하고 지속적으로 유지·관리·갱신하는 것이 매우 중요하며, 이를 위해서 기존의 데이터를 최대한 활용하되, 첨단장비와 신기술을 도입하여 정확성과 정밀성, 경제성을 제고해야 함

그림 6 | DTS의 개념적 모델



자료: 저자 작성

□ DTS 추진의 필요성과 예상 효과

- 차세대 국가공간정보 목표로서 DTS의 구축과 활용을 제안한 이유는 다음과 같음
 - 첫째, 인프라 구축에 중점을 두었던 공간정보 정책을 ‘목적 지향적’으로 전환하고 둘째, 지능정보사회에 부합하는 공간정보의 가치와 활용개념을 제공하며 셋째, 공간정보의 사회적 기능과 역할을 제시, 그리고 미래의 기술혁신을 반영한 공간정보의 발전모습을 제시
- DTS는 다음과 같이 미래사회에 기여할 것으로 전망됨
 - (스마트한 사회) 사회 각 분야 정보의 통합과 융합을 통해 분야별 상관관계와 전후방 효과를 고려한 사회적 문제 진단 및 해결방안 모색
 - (안전하고 편리한 사회) DTS는 현실공간과 네트워크로 연결되어 있고 실시간으로 들어오는 데이터를 이용하여 상황을 효과적으로 모니터링 할 수 있으며, 문제 발생 시 즉각 대응
 - (민주적 사회) 보편적으로 활용이 가능한 DTS가 제공되면 다양한 이해관계자들이 활용하는 커뮤니티가 생겨날 것이며, 이로 인하여 사회적 참여기회가 늘어날 것임
 - (합리적 사회) 영국의 존 스노우(John Snow)라는 의사가 지도를 이용하여 콜레라 전염의 원인이 물이라는 사실을 밝혔던 것처럼, DTS는 각종 사회문제를 공간적 사고와 접근방식으로 해결하는데 크게 기여할 것임
 - (혁신성장) DTS는 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드, 인공지능과 같은 다양한 기술이 융합·활용되는 플랫폼이기 때문에 새로운 융합산업 생태계가 생겨날 것임

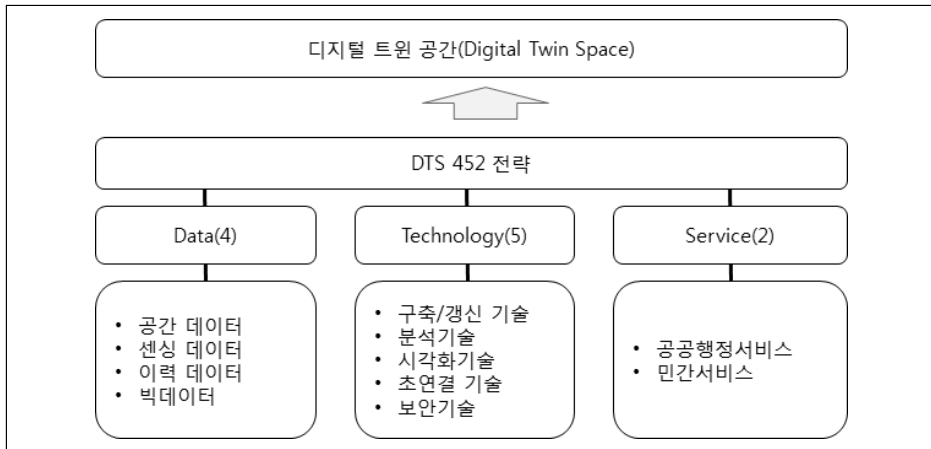
5. 차세대 국가공간정보 발전을 위한 ‘디지털 트윈 공간’

□ DTS 452 전략의 틀 및 세부요소별 추진 전략

- DTS는 다양한 구성요소가 있지만 가장 중요한 요소라고 판단되는 데이터, 기술, 서비스(활용)에 대한 전략을 제시
 - 데이터는 공간데이터, 센싱데이터, 이력데이터, 빅데이터로 구성
 - 기술은 구축 및 갱신기술, 분석기술, 가시화 기술, 초연결 기술, 보안기술로 구성

- 서비스는 공공 및 행정서비스와 민간을 위한 플랫폼 서비스로 구성
- 각 부문의 구성요소를 고려하여 이해하기 쉽게 ‘DTS 452’로 칭함

그림 7 | DTS 452 개요



자료 : 저자 작성

□ 세부요소별 추진 전략

부문	세부요소	추진전략
데이터 (4)	공간데이터	기 구축 데이터의 최대한 활용, 신기술 적극 도입, 객체 기반의 3차원 데이터 구축, 사용자 참여형 구축/갱신
	센싱데이터	실시간 센싱데이터의 수집·관리 방안, 이중 센싱 데이터 통합방안, 센싱정보의 무결성 보장 방안, 센서-통신 연결성 확보
	이력데이터	시간을 포함하는 동적인 데이터 구성, 객체별 데이터 이력관리, 객체별 이력을 관리
	빅데이터	빅데이터의 공간데이터화, 빅데이터 분류체계 마련, DB연계 등을 통한 빅데이터 확보
기술 개발 (5)	구축 및 갱신 기술	데이터 정밀도 제고 기술, 기존 데이터 통합 기술, 자동 인식 및 인공지능 기술, 실시간 갱신기술
	분석기술	3차원 환경에 적합한 분석기술, 알고리즘 중심 분석 기술, 빅데이터 분석 및 AI 활용 등의 선도적 기술, 다이내믹(Dynamic)한 시공간 분석기술
	가시화기술	다양한 기기에 적용이 가능한 기술, AR/VR 중심의 가시화 기술, 게임의 빠른 영상 처리 기술과 같은 데이터의 압축/검색/운용 기술
	초연결기술	데이터와 가상객체의 연결 기술, Geo-IoT 관련 기술, 유관분야 데이터와 연계/융합 기술
	보안기술	공간데이터에 대한 암호화 기술, 데이터 보안 및 사이버보안 기술
서비스 (2)	공공 및 행정	업무통합, 데이터공유, 협업, 스마트 시티를 위한 플랫폼으로 활용, 중앙부처간, 중앙부처와 지자체간 합의에 의한 역할분담 등의 거버넌스
	민간 서비스	사용자 개방정책, 민간 기업 및 시민 참여, 사용자 피드백 체계, 민간자본 활용 및 민간 참여 유도를 위한 인센티브 제공

자료 : 저자 작성

6. 결론 및 향후과제

□ 연구의 결론

- 본 연구는 4차 산업혁명과 다가오는 지능정보화사회에 효과적으로 대응할 수 있는 국가공간정보의 중장기 전략을 모색
- 수요자의 욕구와 관련기술의 발전 동향을 고려하여 공간정보의 미래를 전망한 결과, 현실공간과 가상공간의 융합·활용 경향이 뚜렷하게 나타났으며, 이는 사이버물리시스템(Cyber-physical System)과 같은 맥락임
- 4차 산업혁명과 지능정보사회는 사이버물리시스템을 기반으로 발전할 것이며, 공간정보는 사이버물리시스템의 핵심 인프라가 될 것임
- 따라서 차세대 국가공간정보는 현실세계와 가상세계를 연결하는 플랫폼 기능을 담당하는 ‘디지털 트윈 공간(Digital Twin Space)’으로 발전해야 함
- 디지털 트윈 공간의 성공적인 추진을 위해서는 공간정보의 본질적인 가치에 집중해야 하며, 정부와 민간 그리고 시민이 참여하는 통합적 거버넌스 체계와 누구나 참여할 수 있는 개방적 생태계 조성이 필요함

□ 연구의 한계 및 향후 연구과제

- 본 연구에서는 차세대 국가공간정보의 전략에 대한 방향과 개념을 정립하는데 중점을 두었으며, 개략적인 추진전략을 제시하였음
- 본 연구에서 제안한 DTS의 개념과 모델을 구체화하고 실효성을 검증하기 위해서는 실제공간을 대상으로 가상공간을 구축하고 데이터를 연계·활용하는 등의 실증연구가 필요함

차 례

CONTENTS

발 간 사	i
주요 내용 및 정책제안	iii
요 약	v

제1장 연구의 개요

1. 연구의 배경	3
2. 연구의 목적	5
3. 연구의 범위와 방법	6
4. 선행연구와의 차별성	10
5. 연구의 기대효과	12

제2장 지능정보사회의 공간정보

1. 지능정보사회의 개념 및 특징	17
2. 지능정보사회와 공간정보	24

제3장 미래 공간정보 발전 전망

1. 인문학 관점에서 본 공간정보 발전 전망	33
2. 공간 데이터 및 기술의 발전 전망	46
3. ICT 관점에서 본 공간정보 발전전망	56

제4장 지능정보사회의 국가공간정보 발전 모델

1. 미래의 공간정보 발전방향	67
2. 현실세계와 가상세계의 융합	70
3. 지능정보사회 국가공간정보 발전모델	76

제5장 ‘디지털 트윈 공간’ 구현을 위한 추진 전략

1. ‘디지털 트윈 공간(DTS)’ 추진 전략의 개요	91
2. 데이터 부문 추진 전략	94
3. 기술 부문 추진 전략	105
4. 서비스·활용 부문 추진 전략	115
5. DTS 452 전략 추진 로드맵	120

제6장 결론 및 향후 과제

1. 결론 및 정책제언	125
2. 연구의 한계와 향후 과제	128

참고문헌	129
SUMMARY	135

표차례

LIST OF TABLES

<표 1-1> 선행연구와의 차별성	11
<표 2-1> 제4차 산업혁명에 대한 다양한 개념정의	18
<표 2-2> 미래 지능정보사회의 모습 예시	23
<표 2-3> 스마트시티의 구조	27
<표 3-1> 육하원칙에 의한 공간정보 전망	34
<표 3-2> 집단 동기를 반영한 지도 제작 사례	35
<표 3-3> 미래 인간의 지도에 대한 욕구 파악	38
<표 3-4> 미래 인간의 욕구 등 5W1H에 대한 미래 공간정보 예측	42
<표 5-1> LOD별 활용 분야	98
<표 5-2> 기술환경의 변화에 따른 데이터 형태 및 차원의 변화	109

<그림 1-1> 연구 수행 절차	8
<그림 1-2> 연구의 흐름	9
<그림 2-1> 미래 지능정보사회의 주요특징	22
<그림 2-2> 데이터 보유의 경쟁력	24
<그림 3-1> 매슬로의 욕구계층	36
<그림 3-2> 인문학 관점에서 본 공간정보의 미래	45
<그림 3-3> 전통적 공간정보 기술	48
<그림 3-4> 공간데이터 및 관련기술의 발전과정	51
<그림 3-5> 공간데이터의 미래 발전 전망	55
<그림 3-6> ICT 기반 공간정보 기술의 미래 발전 방향	58
<그림 3-7> 공간정보 기술들 간의 상호 협력 및 융합 관계	60
<그림 3-8> ICBM, AI와 공간정보 융합의 유형	61
<그림 3-9> Sandbox와 Material의 매체를 이용한 Tangible GIS 구현 사례	62
<그림 4-1> 공간정보의 미래 전망	68
<그림 4-2> 미래 공간정보의 기능	70
<그림 4-3> 사이버물리시스템의 개념과 관련기술	72
<그림 4-4> 사이버물리시스템과 디지털 트윈의 개념적 관계	74
<그림 4-5> 사이버물리시스템을 적용한 사회의 변화 개념도	75
<그림 4-6> 공간의 가상화 방법(예시)	77
<그림 4-7> 가상공간의 활용사례	78
<그림 4-8> 도시공간의 디지털 트윈과 플랫폼 활용 예시	78
<그림 4-9> DTS의 아키텍처	87
<그림 5-1> DTS 452 구성요소	92
<그림 5-2> DTS 452 개요	93
<그림 5-3> 데이터 구성요소 및 추진전략	94
<그림 5-4> 데이터 추진전략	100

그림차례

LIST OF FIGURES

<그림 5-5> 실시간 센서 데이터 연동 사례	101
<그림 5-6> 슈퍼맵 플랜트 관리	103
<그림 5-7> 나이키 러닝 정보	104
<그림 5-8> DTS 기술 구성 및 추진전략	105
<그림 5-9> DTS 기술개발 추진전략	106
<그림 5-10> 여의도 고정밀 데이터	107
<그림 5-11> 시공간 분석 예시 : 오염물질 확산경로 예측 모델	110
<그림 5-12> 기존 위치정보 표기(왼쪽)와 3D POI(오른쪽) 표기	111
<그림 5-13> DTS 서비스 구성과 추진전략	116
<그림 5-14> DTS 거버넌스	119
<그림 5-15> DTS 452 전략 추진 로드맵	122

약어

ABBREVIATIONS

약어	설명	한국명
5G	fifth-generation	5세대 이동통신
AI	Artificial Intelligence	인공지능
AR	Augmented Reality(AR)	증강현실
B5G	Beyond fifth-generation	5세대 이후 차세대 이동통신
BIM	Building Information Modeling	건물정보모델링
CityGML	City Geography Markup Language	도시 3D 데이터 모델 표준
Component GIS	Geographic Information System	컴포넌트 GIS
CPS	Cyber Physical System	사이버물리시스템
DBMS	DataBase Management System	데이터베이스관리시스템
DTS	Digital Twin Space	디지털 트윈 공간
G-CPS	Geospatial CPS	공간정보기반 사이버물리시스템
Geo-AI(GeoAI)	Geospatial artificial intelligence	공간정보기반 인공지능 의사결정지원 기술
Geo-CPS	Geospatial CPS	공간정보기반 사이버물리시스템
Geo-IoT	Geospatial IoT(Internet of Things)	공간정보기반 사물인터넷
Geo-Robotics	Geospatial Robotics	인공지능 로봇 플랫폼 기반 공간지능화 기술
GIS	Geographic Information System	지리정보시스템
GPS	Global Positioning System	범지구 위치 결정 시스템
ICBM	IoT, Cloud Computing, Big Data, Mobile	사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일 기술
ICT	Information Communication Technology	정보통신기술
IoT	Internet of Things	사물인터넷
LBS	Location Based Service	위치기반서비스
LDM	Local Dynamic Map	고정물체(노변시설), 이동물체(차량, 보행자)에 관한 정보를 관리하는 동적인 공간데이터 저장소
LoD	Level of Detail	상세수준
LoRa	Long range, low power wireless platform	저전력 저용량 무선연결 플랫폼
LTE-M	Long Term Evolution-Machine2Machine	사물인터넷을 위한 LTE
MMS	Mobile Mapping System	이동형 측량 시스템

약어

ABBREVIATIONS

약어	설명	한국명
Mobile GIS	Mobile Geographic Information System	모바일 GIS
NASA	National Aeronautics and Space Administration	미국항공우주국
NB-IoT	NarrowBand IoT	협대역 사물인터넷
NSDI	National Spatial Data Infrastructure	국가공간정보인프라
O2O	Online to Offline	온오프라인 서비스(O2O)
Open GIS	Open Geographic Information System	개방형 GIS
OS	Operating System	컴퓨터 운영체제
P2P	Peer to Peer network	동등 계층간 통신망
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	일본이 개발한 지역용 GNSS 시스템
RIA	Rich Internet Application	리치 인터넷 애플리케이션
SLAM	Simultaneous localization and mapping	동시적 위치추정 및 지도작성
SNS	Social Network Service	사회관계망
Tangible GIS	Tangible Geographic Information System	실감형 GIS
USGS	United States Geological Survey	미국지질조사국
V2I	Vehicle to Infrastructure	차량과 도로인프라 간 통신
V2V	Vehicle to Vehicle	차량간 통신
VLBI	Very Long Baseline Interferometry	초장기선 간섭 관측법
VR	Virtual Reality(VR)	가상현실
XML	eXtensible Markup Language	확장형 마크업 언어



1

CHAPTER

연구의 개요

- 1. 연구의 배경 | 3
- 2. 연구의 목적 | 5
- 3. 연구의 범위와 방법 | 6
- 4. 선행연구와의 차별성 | 10
- 5. 연구의 기대효과 | 12

연구의 개요

본 장에서는 연구를 수행하게 된 배경과 목적 그리고 연구 범위 및 수행방법을 기술하였다. 또한 본 연구와 관련이 있거나 유사한 선행연구를 살펴보고, 기존 연구와 본 연구 간 차별성을 제시하였다.

1. 연구의 배경

1) 지능정보사회의 도래

2016년 3월에 구글(Google)의 딥마인드(DeepMind)사가 개발한 알파고(AlphaGo)와 이세돌의 바둑대결은 인공지능과 인간의 대결이라는 측면에서 전 세계 2억명 이상의 이목을 집중시켰다. 이 대국에서 알파고가 이세돌 9단을 4:1로 이김으로써 인공지능의 우수성과 발전가능성이 크게 부각되었다. 그 후 알파고는 발전을 거듭했고, 올해 5월에 바둑계의 세계 1위인 중국의 커제와 대국하여 3:0으로 완승을 거두면서 인공지능의 능력을 다시 한번 과시했다.

올해 10월에 알파고를 개발한 구글 딥마인드의 대표 허사비스는 <네이처(Nature)>에 ‘인간 지식 없이 바둑 마스터하기’라는 논문을 게재¹⁾하여 세상을 놀라게 했다. 이들이 개발한 알파고 제로(AlphaGo Zero)는 기보 대신에 바둑의 규칙만을 제공받은 후

1) AlphaGo, “The story of AlphaGo so far”, <https://deepmind.com/research/alphago/>(2017.10.27. 검색).

스스로 학습하도록 했고, 72시간 이후에 커제와 대결한 알파고와 100국을 두어 89승을 거뒀다. 기본원칙만으로 스스로 학습한 알파고 제로가 지금까지 프로와 아마추어가 만든 거의 모든 기보를 제공받아 학습한 알파고를 이겼다는 것은 인공지능이 인간의 지능을 넘어서 수 있다는 점에서 충격으로 받아들여지고 있다.

미래 사회의 변화를 예견하는 또 하나의 비전은 2016년에 개최된 스위스 다보스 포럼에서 시작되었다. 이 포럼에서 언급된 “4차 산업혁명”은 인공지능과 초연결 그리고 기술의 융합을 나타내는 용어로, 전 세계적으로 급속히 확산되고 있다. 4차 산업혁명은 첨단 정보통신 기술뿐만 아니라 빅데이터, 사물인터넷, 인공지능, 디지털 트윈을 비롯한 수많은 첨단 기술들이 미래 사회를 견인할 것임을 예고한다. 우리 정부는 올해 9월에 대통령 직속 “4차 산업혁명위원회”를 구성하여 국가 차원에서 4차 산업혁명 대응방향과 전략적 대안을 제시할 계획이며, 이를 기반으로 혁신성장에 박차를 가하고 있다.

2) 지능정보사회에 대응한 국가공간정보 전략 필요

다보스 포럼에서 4차 산업혁명의 개념이 제기된 이후부터 지금까지 다양한 분야에서 ‘산업혁명’의 구체적인 모습을 찾기 위해 노력하고 있다. 4차 산업혁명의 핵심은 연결성과 융합성 그리고 지능화이며, 이러한 기술을 기반으로 하드웨어와 소프트웨어를 융합하여 만든 사이버물리시스템(Cyber Physical System)을 통해서 생산성과 효율성을 향상시키고 새로운 비즈니스를 창출할 수 있을 것으로 내다보고 있다. 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 빅데이터(Big Data), 클라우드(Cloud), 가상현실(VR), 증강현실(AR) 등과 같은 기술에 힘입어 제품을 생산하는 공장과 시설물의 운영 등에 사이버물리시스템을 활용하고 있으며, 멀지 않은 장래에 스마트 시티와 같은 광범위한 공간에도 적용될 것으로 예상된다.

공간정보는 우리가 살고 있는 세상의 모습을 인지하고, 이해할 수 있도록 표현하고 구현하는 방법이다. 고산자 김정호가 손으로 그렸던 대동여지도에서부터 기계적 도구를 이용한 수치지도를 거쳐 최근에는 컴퓨터 프로그램을 이용한 3차원 사이버 공간을

로 발전하고 있다. 정보통신, 인공지능 등과 같은 첨단기술의 발전으로 물리적 세계와 사이버 세계를 연결하는 사이버물리시스템이 4차 산업혁명의 핵심요소로 부상하면서 공간정보의 기능과 역할이 새롭게 조명되고 있다. 지금까지 공간정보는 데이터 중심의 인프라 구축에 중점을 두어 왔으나 앞으로는 물리공간과 사이버공간을 연결하는 플랫폼으로서의 기능과 역할이 커질 것으로 예상된다. 따라서 기술과 사회적 수요의 변화에 부응하는 새로운 국가공간정보 전략을 모색해야 할 시점이다.

2. 연구의 목적

이 연구는 다가오는 지능정보사회에 효과적으로 대응하기 위한 국가공간정보 전략을 제시하는데 목적이 있다. 초연결, 인공지능, 융복합을 기반으로 하는 4차 산업혁명은 지금까지 우리가 경험하지 못했던 사회적 변화를 예고하고 있다. 일하는 방식과 부를 축적하는 방식, 사회의 구조 그리고 사람들의 행동양식과 문화 등이 획기적으로 변할 것으로 예상된다. 이러한 변화에 선제적이고 효과적으로 대응하기 위한 노력이 산업과 비즈니스, 서비스 등 각 분야에서 적극적으로 추진되고 있다.

이 연구는 공간정보 분야에서 4차 산업혁명과 지능정보사회에 효과적으로 대응하기 위한 전략을 제시하는데 목적을 두고 있으며 세부사항은 다음과 같다.

첫째, 제4차 산업혁명의 의미와 구성요소 그리고 요소 간 작동원리 등을 종합적으로 이해하고, 그 바탕 위에서 공간정보와의 접점을 찾고자 하였다. 4차 산업혁명은 컴퓨터 과학, 생명공학, 제조업, 의료 등 분야별로 각기 다르게 해석하고 있기 때문에 대응방안도 서로 다르다. 따라서 공간정보의 특성을 기반으로 4차 산업혁명의 기술과 구조 등을 해석하였다.

둘째, 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 인공지능, 가상현실 등 사회가 주목하는 대부분의 기술을 수용하고, 4차 산업혁명의 조연이 아닌 핵심으로 기능할 수 있는 공간정보의 미래 발전전략을 모색하였다. 지도와 위치정보는 대부분의 기기 또는 서비스앱에

기본적으로 들어 있지만 보조적인 역할을 하고 있다. 따라서 공간정보의 본질적 가치와 정체성을 확보하면서 지능정보사회에 핵심적인 역할을 할 수 있는 전략을 제시하였다.

셋째, 차세대 공간정보 ‘디지털 트윈 공간’의 개념과 함께, 이를 구현할 수 있는 전략을 제시하였다. 실행을 염두에 둔 추진전략의 방향과 요소를 제시하였다. 최근의 기술 동향과 공간정보 서비스 수준 그리고 사용자들의 의견을 수렴하여 실증연구로 이어질 수 있는 수준으로 전략을 구체화하였다.

3. 연구의 범위와 방법

1) 연구 범위

민간 기업이 제공하는 지도서비스 플랫폼의 활용이 점차 늘어나면서 정부의 역할과 기능을 재정립할 필요가 있다는 주장이 제기되고 있다. 종전에 비해서 정부의 역할과 비중이 줄어든 것은 사실이다. 그러나 민간의 지도서비스는 정부가 생산·제공한 데이터에 기반하고 있기 때문에, 정부 역할의 중요성이 줄어들었다고는 보기 어렵다. 이 연구는 공공과 민간부문에 공히 영향을 미치는 정부차원의 국가공간정보 전략에 중점을 두고 있다.

본 연구는 차세대의 국가공간정보 발전 전략의 목표연도를 2030년으로 설정하였다. 그 이유로, 현재는 인공지능이 산업화 사회를 바꿀 거대한 잠재력을 가지고 있는 단계에 불과하며 인공지능과 로봇, 사물인터넷, 빅데이터 기술의 혁명을 통해 실제와 가상 이 통합되고, 사물을 자동적이고 지능적으로 제어할 수 있는 사이버물리시스템의 완전한 구축은 2030년경에나 대중화될 가능성이 큰 것으로 예측²⁾하고 있기 때문이다.

2) 최윤식·최현식, 2017. 제4의 물결이 온다. 지식노마드. p.278.

2) 연구 방법 및 수행절차

본 연구는 미래의 변화를 예측하고, 그에 대응하기 위한 전략을 제시하고자 하기 때문에 최신 문헌을 가능한 많이 참조하고 공간정보를 비롯한 ICT 등 유관분야의 전문가 의견을 수렴하였다. 연구방법을 좀 더 상세히 정리하면 다음과 같다.

첫째, 미래사회를 예측하는 도서를 비롯하여, 정부에서 수립한 중장기 계획과 전략에 관한 보고서를 참조하였다. 새로운 기술이 하루가 다르게 나타나고, 이에 대한 사회적 반응과 응용속도도 빠르므로 인터넷과 뉴스 등을 통해 최신 정보를 수집하였다.

둘째, 공간정보와 관련한 분야에서 오랜 경험과 학식이 있는 외부 전문가와 협동연구를 진행하였다. 기술 중심적 사고에서 벗어나 ‘사람중심’의 공간정보 미래를 전망하기 위해서 인문학적 관점에서 공간정보의 발전을 예측하였다. 또한 공간정보는 정보통신 기술의 발전에 많은 영향을 받고 있기 때문에 공간정보기술과 정보통신기술 간 융합의 메커니즘을 분석하고, 이를 기반으로 미래의 공간정보 기술변화를 예측하였다. 일반적으로 정보는 데이터를 분석해서 얻어지기 때문에 공간분석기술은 공간정보에서 매우 중요한 요소이다. 따라서 3차원 공간데이터, 빅데이터, 클라우드 등과 같은 데이터 환경의 변화에 대응한 분석기술과 알고리즘 개발의 필요성을 검토하고 분석기술의 확보를 위한 전략을 모색하기 위해 외부 전문가와 협업하였다.

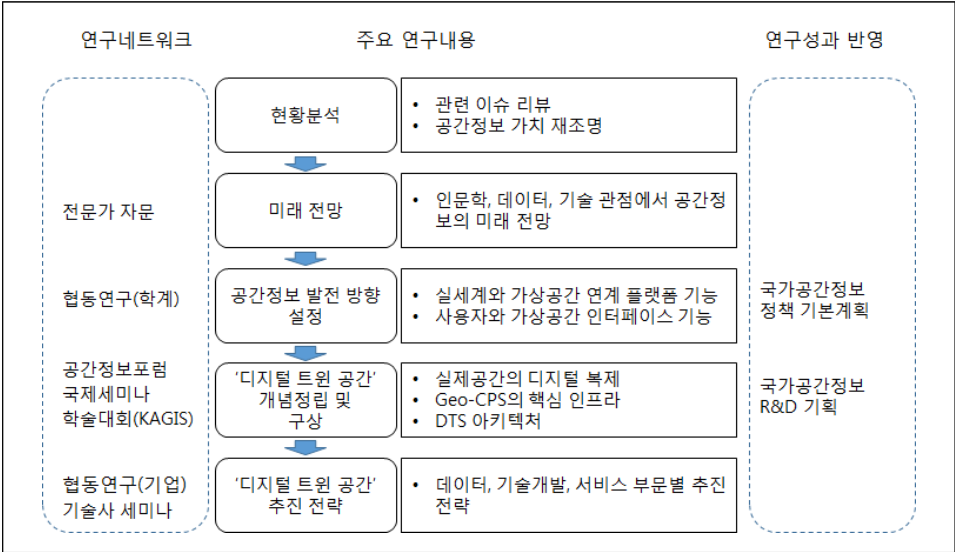
셋째, 본 연구에서 제시한 ‘디지털 트윈 공간’을 구축하기 위한 방법과 전략을 모색하기 위하여 현장에서 오랜 경험과 기술을 축적한 전문가와 협업하였다. 기 구축한 공간데이터를 활용하여 디지털 트윈 공간을 구축하는 방법과 첨단 기술을 이용하는 방법 등을 모색하기 위하여 실무적 경험이 많은 전문 업체와 협업하였다.

넷째, 연구를 수행하는 과정에서 전문가의 의견을 최대한 수렴하고 “디지털 트윈 공간”의 개념과 전략에 대한 타당성을 검증하는 기회를 마련하였다. 본 원에서 개최한 공간정보 국제세미나(International Conference of Geospatial Information Science, ICGIS)에서 발표하고 영국, 미국, 싱가포르, 일본 전문가의 의견을 수렴하였다. 또한 측량 및 공간정보기술사와 지적기술사 통합 세미나에서 연구결과를 발표하고 산업분야

에 종사하는 전문가의 의견을 수렴하였다. 그리고 한국공간정보학회와 지형공간정보학회, 한국지리정보학회에서 연구결과를 발표하고 학계 전문가의 의견을 수렴하였다. 마지막으로 최종연구결과에 대해 정책세미나를 개최하고 국토교통부, 국토지리정보원 등 일선 정책 관계자들의 의견을 수렴하였다.

연구를 수행하는 동안에도 공간정보의 미래 발전방향과 추진전략의 내용이 정책과 이어지도록 노력하였다. 본 연구에서 제안한 ‘디지털 트윈 공간’의 개념과 전략이 국토교통부에서 수립한 공간정보 R&D 전략계획과 제6차 국가공간정보 정책 기본계획의 내용에 반영된 것이 성과라 할 수 있다.

그림 1-1 | 연구수행 절차

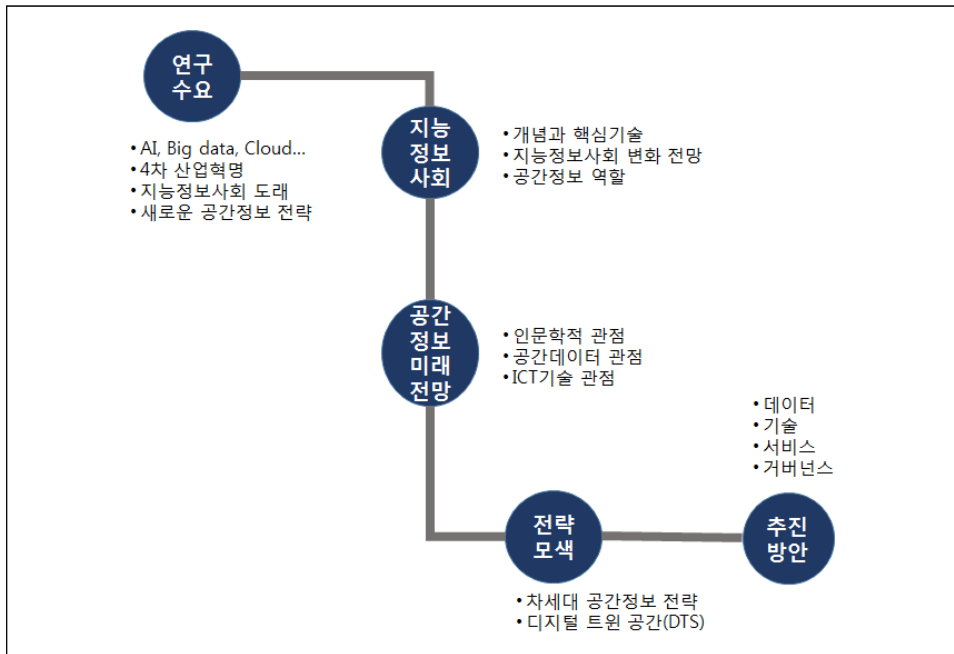


자료 : 저자 작성

3) 연구의 흐름

본 연구는 크게 5개의 부분으로 구분된다. 첫 번째는 연구를 수행하게 된 배경과 목적으로, 국내외 공간정보 관련기술과 패러다임의 변화를 검토하였다. 두 번째는 지능정보사회의 개념과 핵심기술 그리고 미래 사회의 변화모습을 분석하고, 공간정보가 지능정보사회에서 해야 할 역할을 고민하였다. 세 번째는 공간정보의 미래를 전망하였다. 다양한 시각을 종합하기 위해서 공간정보 기술 이외에도 인문학적 관점과 ICT 관점에서 공간정보의 미래를 전망하였다. 네 번째는 차세대 공간정보의 전략을 모색하였다. 인간의 욕구와 이를 충족하기 위한 기술의 발전 그리고 사회적 변화를 기반으로 ‘디지털 트윈 공간’을 제안하였다. 마지막으로 ‘디지털 트윈 공간’을 구축하고 활용하기 위해서 필요한 요소들의 추진방안과 로드맵을 제시하였다. 전체적인 연구의 흐름은 <그림 1-2>에서 보는 바와 같다.

그림 1-2 | 연구의 흐름



자료 : 저자 작성

4. 선행연구와의 차별성

공간정보 본래의 특성과 가치는 변하지 않는다. 그러나 유관기술의 발전과 수요자의 요구에 따라서 공간정보의 형태는 지속적으로 변해 오고 있다. 이러한 변화 동향이 과거와 현재의 공간정보 연구에 반영되어 있다.

공간정보의 미래 전략에 관한 선행연구는 김영표 외(2004)의 시공자재(時空自在)의 세상을 향한 사이버국토 창조방안(I), 최병남 외(2005)의 시공자재(時空自在)의 세상을 향한 사이버국토 창조방안(II) 연구가 있다. 김영표 외(2004)는 정보통신기술의 발달로 예상되는 시공자재(時空自在) 세상을 전망하였다. 그리고 시공자재 사회에서 기술과 환경을 담을 수 있는 그릇으로 사이버국토 개념을 제안하고 구축방안에 대해 모색하였다. 최병남 외(2005)의 연구는 그 후속 연구로써 時空自在 도시의 구현방안을 제시하였다.

본 연구는 정보통신기술, 지능정보기술 등으로 변화할 미래사회를 전망하고 그에 대응하기 위한 공간정보 전략을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 연구에서 전망하는 미래 지능정보사회는 시공자재 세상과 거의 유사하며 사이버 국토는 현재 논의되는 공간의 사이버물리시스템(G-CPS)과 유사한 개념을 갖는다. 본 연구는 김영표 외(2004)의 연구를 이어 현재 보다 진보한 과학기술과 정보통신기술, 지능정보기술로 변화할 세상, 보다 현실성 있는 시공자재 사회인 지능정보사회를 대상으로 한다. 아울러 구체적인 전략을 제시함에 있어, 공간정보의 역할에 보다 중점을 두었다는 측면에서 차이가 있다.

한편, 본 연구와 유사한 형식과 틀을 가진 선행연구는 최병남 외(2012), 사공호상 외(2007)의 연구가 있다. 이들 연구는 정책의 현황과 문제점을 ‘국가공간정보인프라(NSDI)’ 구성요소 측면에서 분석하고 전략을 제시하였다. 이에 비해 본 연구에서는 ‘지능정보’를 추진동력으로 하는 지능정보사회를 중장기적인 관점에서 전망하고, 그에 대응할 수 있는 공간정보정책수립의 전략을 제시하였다.

표 1-1 | 선행연구와의 차별성

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행연구	1	• 과제명: 시공자재 (時空自在)의 세상을 향한 사이버국토 창조방안(I) • 연구자: 김영표 외(2004) • 연구목적: 시공자재의 세상을 공간차원에서 뒷받침할 사이버국토를 창조하기 위한 국가전략과 추진방안 마련	• 문헌조사 • 전문가워크숍 • 산학연 협동연구 • 사이버국토 실험구축	• 정보통신기술의 발전방향에 대한 철학적 사색 • 시공자재의 비전과 전망 • 사이버국토의 개념과 구상 • 사이버국토 실험구축 • 사이버국토 창조전략과 추진방안
	2	• 과제명: 시공자재 (時空自在)의 세상을 향한 사이버국토 창조방안(II) • 연구자: 최병남 외(2005) • 연구목적: 시공자재 도시 개념과 구성요소 정립 및 구현을 위한 추진방안 제시	• 문헌조사 • 전문가워크숍 • 산학연 협동연구 • 시공자재 도시 실험구축	• 정보기술발전과 시공자재 도시 출현 • 국내외 시공자재 도시 관련사례 및 실험구축 • 시공자재 도시 모델과 구현방법 • 시공자재 도시 구현을 위한 추진방안
	3	• 과제명: 스마트사회에 대응한 국가공간정보 인프라체계 재정립 방안 • 연구자: 최병남 외(2012) • 연구목적: 스마트환경에 대응할 수 있는 공간정보 유통체계/R&D전략/정책수행체계/법제체계에 대한 개선방안 제안	• 전문가 협동연구 • SWOT • 시스템사고기법	• 스마트사회에 대응한 공간정보유통체계 개선방안 • 스마트사회에 대응한 공간정보기술R&D전략 개선방안 • 스마트사회에 대응한 공간정보정책수행체계 개선방안 • 스마트사회에 대응한 공간정보법제체계 개선방안
	4	• 과제명: 공간정보 패러다임 변화에 대응한 국가GIS 전략 연구 • 연구자: 사공호상 외(2007) • 연구목적: 정보통신기술과 GIS기술의 발전에 따른 공간정보 패러다임의 변화를 분석하고 효과적인 국가GIS 전략방안 모색	• 문헌 및 사례 조사 • 연구포럼 운영 • 국제협동연구 수행 • 국제세미나 개최	• 공간정보 이론과 패러다임 분석의 틀 • 공간정보 기술의 동향과 변화 전망 • 공간정보산업의 동향과 변화전망 • 사회문화의 변화와 공간정보의 영향 • 공간정보패러다임 변화에 대응한 국가GIS 전략
본 연구		• 과제명: 지능정보화 시대에 대응한 차세대 국가공간정보 전략 연구 • 연구목적: 지능정보사회에 효과적으로 대응하기 위한 국가공간정보 전략 제시	• 국내외 문헌조사 • 브레인스토밍 • 국제세미나 개최 • 외부 전문가 활용	• 지능정보사회 전망 • 공간정보의 미래 발전 전망 • 지능정보사회의 국가공간정보 전략 • 차세대 국가공간정보의 부문별 추진전략

최병남 외(2012)의 연구는 패러다임 변화를 ‘스마트 사회’ 관점에서 제시하였고 사공호상 외(2007)의 연구는 패러다임 변화를 ‘유비쿼터스’ 관점에서 제시하였다. 본 연구는 ‘지능정보사회’ 관점에서 국가공간정보의 전략을 제시함으로써 기술의 발전과 그에 따른 사회변화를 반영하고 있다. 사공호상 외(2007)의 연구와 본 연구는 10년의 시간차가 있으며, 이를 통해 선행연구 이후 10년 간 패러다임 변화와 그에 대응한 국가공간정보 전략(정책)의 변화에 대해 비교 분석이 가능하다.

지능정보사회의 패러다임 변화에 대응하는 범국가적 정책과 전략에 관한 연구는 다수 있지만 공간정보 분야의 대응전략 논의는 아직 없다. 교통, 보건, 환경 등 각 분야에서 지능정보 관련 기술을 활용하여 기존의 서비스를 개선하거나 새로운 비즈니스를 창출하려는 노력을 진행 중이다.

본 연구는 2030년에 보편화될 것으로 예상되는 사물인터넷, 인공지능 등의 첨단기술과 이로 인해서 도래할 ‘지능정보사회’에 대응한 공간정보의 전략을 모색한다는 점에서 기존의 연구와 차이가 있다. 앞서 수행한 공간정보 정책연구는 당시의 기술발전에 따른 공간정보의 패러다임에 기반하고 있기 때문에 본 연구와 비교하면 기술 및 정책의 변화 과정을 이해하는데 오히려 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

5. 연구의 기대효과

1) 학술적 기대효과

국내외적으로 관심이 고조되고 있는 4차 산업혁명은 다분히 선언적 개념이며, 이제 막 시작단계에 불과해서 이해하기도 쉽지 않을 뿐 아니라 구체적인 대응 전략을 마련하기는 더욱 어려운 실정이다. 새로운 패러다임 변화에 효과적으로 대응하기 위해서는 변화의 특성과 핵심내용을 이해하는 것이 가장 시급한 과제다. 이 연구는 4차 산업혁명과 다가오는 지능정보사회에 대한 이론과 국내외 전문가들의 논의를 종합적으로 분석

하고, 그 속에서 공간정보의 새로운 전략을 찾아내고자 노력하였다. 본 연구에서 기대되는 학술적 가치는 다음과 같다.

첫째, 4차 산업혁명과 지능정보사회를 견인하고 있는 패러다임의 핵심 ‘사이버물리시스템’의 특성과 구조를 분석하였다. 사이버물리시스템을 구성하고 있는 초연결, 초융합, 초지능 기술의 융합, 그리고 물리적 환경과 사이버 환경의 융합과 영향 구조를 논리적으로 분석하였다.

둘째, 인문학적 관점에서 공간정보의 미래를 전망하였다. 지금까지 데이터와 기술을 중심으로 공간정보의 변화를 분석함으로써 기술적 한계를 벗어나지 못했다. 본 연구에서는 인간의 기본적인 욕구에 기반을 둔 ‘사람’ 중심의 공간정보 미래 수요를 전망함으로써 기존의 기술 중심적 공간정보의 한계를 보완할 수 있게 되었다.

셋째, 스마트 사회와 스마트 시티의 핵심인프라로써 공간정보의 기능과 역할의 논리적 구조를 제시하였다. 따라서 스마트 시티는 공간정보의 플랫폼 위에서 가장 효과적으로 발전할 수 있음을 이해할 수 있다.

넷째, ‘디지털 트윈 공간’의 개념과 모델을 정립하였다. 공간의 사이버물리시스템(Geo-CPS)과 이를 구성하는 사이버 공간으로써 ‘디지털 트윈 공간’의 개념을 정립하였다. 특히, 복잡한 삶의 공간을 단순화, 구조화, 체계화하고 실세계와 가상세계의 연계·활용 관계를 개념모델로 제시함으로써 미래 공간정보의 모습, 기능, 역할 등을 이해하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

2) 정책적 기대효과

1995년부터 시작된 국가공간정보 사업이 2010년 이후 성숙기로 접어들면서 정책변화에 대한 필요성이 제기되었다. 최근에 자율주행자동차, 드론, 스마트 시티와 같은 새로운 사회적 이슈에 대응하는 위한 공간정보의 발전전략에 대한 요구가 더욱 강해지고 있는 실정이다. 자율주행차가 고정밀 지도를 필요로 하듯이 드론과 로봇의 활용이 보편화되면서 공간정보의 역할과 기능이 점차 점점 중요해질 것이라고 한다. 그러나 이러한

변화에 어떻게 대응하고, 중장기적으로 어떻게 발전해야 하는지에 대한 정책방향은 누구도 선뜻 제시하지 못하고 있다.

이 연구는 공간정보 정책의 연속성과 일관성을 유지하기 위해서 시간이 지나도 ‘변하지 않는 공간정보의 가치’에 중점을 두었다. 그리고 수요자의 요구와 기술의 변화가 공간정보에 미치게 될 영향을 반영하여 정책방향을 설정하였다. 그 결과 지금까지 공간정보 인프라 구축에 중점을 두었던 국가공간정보 정책을 ‘목적 지향적’으로 전환하였다. 또한 정태적 지형지물을 표현하는데 머물러 있던 공간정보의 기능과 역할을 스마트 사회를 위한 플랫폼으로 개선하는 방안을 제시하였다.

데이터를 구축하는 데만 치중하던 종전의 국가공간정보 정책은 초연결과 초융합 그리고 인공지능의 환경에서 요구되는 공간정보 수요에 대응하기 어렵다. 공간정보는 실세계와 가상세계를 연결하는 사이버물리시스템의 플랫폼과 인터페이스의 기능과 역할을 통해 스마트 사회를 선도하게 될 것이다. 이 연구에서 제시한 데이터, 기술개발, 활용서비스 전략은 차세대 국가공간정보의 정책과 전략의 새로운 이정표를 설정하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

연구를 수행하는 동안 세미나, 정책토론회, 학술대회 등을 통해서 공간정보의 미래 발전방향과 전략을 꾸준히 발표하였다. 그 결과 국토교통부에서 수립하고 있는 제6차 국가공간정보 정책 기본계획과 국가공간정보 기술개발(R&D) 기획과제에 ‘공간의 디지털 트윈’개념이 반영되었으며, 앞으로 많은 논의를 통해 구체적인 전략이 정책에 반영될 것으로 기대된다.



CHAPTER 2

지능정보사회의 공간정보

- 1. 지능정보사회의 개념 및 특징 | 17
- 2. 지능정보사회와 공간정보 | 24

지능정보사회의 공간정보

본 장에서는 미래 지능정보사회를 의미하는 4차 산업혁명, 초연결사회 등과 같은 용어들의 개념을 조사하고 이들이 가지고 있는 특성 즉, 초연결, 초융합, 초지능에 대해 파악하였다. 그리고 미래사회의 변화상과 함께 미래 공간정보가 어떤 의미를 가지며, 지능정보사회에서 어떤 역할을 할 것인가에 대해 전망하였다.

1. 지능정보사회의 개념 및 특징

1) 지능정보사회의 개념

(1) 제4차 산업혁명

최근 ‘제4차 산업혁명’, ‘초연결사회’, ‘지능정보사회’ 등 미래사회에 대한 다양한 용어들이 등장한 이후 정부와 각계 그리고 일반인들까지도 미래사회에 대해 많은 관심을 가지게 되었다. 저마다 우리와 미래세대의 삶이 과학기술의 혁신에 의해 어떤 영향을 받을 것인지, 또 어떻게 대응해야 하는지에 대해 활발히 논의하고 있다.

미래사회를 전망한 용어들 중에서 ‘제4차 산업혁명(The 4th Industrial Revolution)’이 최근 가장 주목을 받고 있다. 제4차 산업혁명은 이제 초등학생들 사이에서도 회자될 정도로 많은 관심을 받고 있다. 그러나 제4차 산업혁명의 개념에 대한 명확한 해석은 아직 정립되지 못한 상태이다. 많은 전문가들은 독일의 인더스트리 4.0과 같은 제조업의 혁신과정에서 제안된 것으로 보고 있다. 초기에는 ‘스마트 팩토리’처럼 제조업과

ICT가 융합하여 제조업 분야의 새로운 혁신을 이루는 것을 의미하였으나 최근에는 점차 그 의미를 확대하여 획기적으로 변화할 새로운 사회의 모습으로 해석¹⁾하는 추세이다(<표 2-1>).

표 2-1 | 제4차 산업혁명에 대한 다양한 개념정의

출처	정의
다보스 포럼(2015)	ICT 기술 등에 따른 디지털 혁명에 기반을 두고 물리적 공간, 디지털 공간 및 생물학적 공간의 경계가 희미해지는 기술융합의 시대
다보스포럼 (니콜라스 데이비스, 2016)	기계가 지능이 필요한 작업을 수행하고, 인간 신체에 컴퓨팅 기술이 직접 적용되고, 기업/정부 및 수요자 간의 소통을 새로운 차원으로 향상시키는 등 “기술이 사회에 자리잡는 방식”이 새로워지는 시대
ETRI(2016)	초연결·초지능·초실감의 ICT 기술과 다양한 과학기술의 융합에 기반한 차세대 산업혁명으로 인류의 사회·경제·문화에 걸쳐 새로운 대분기를 초래할 변혁
포브스(제이콥 모건, 2016)	실제 세계(Real World)와 기술세계(Technological World)의 구분을 모호하게 만드는 컨셉
매일경제 용어사전	기업들이 제조업과 ICT 기술을 융합하여 작업 경쟁력을 제고하는 차세대 산업혁명을 가리키는 말로, ‘인더스트리 4.0’이라고 표현(정보통신기술진흥센터, 2017) 인공지능기술 및 사물인터넷, 빅데이터 등 정보통신기술(ICT)과의 융합을 통해 생산성이 급격히 향상되고 제품과 서비스가 지능화되면서 경제·사회 전반에 혁신적인 변화가 나타나는 것 ²⁾ (매일경제 경제용어사전, 2017.11.09. 검색)
KIET(2017)	20세기 후반 이후 정보통신기술을 기반으로 한 인터넷 확산과 정보처리 능력의 획기적 발전을 기초로 하여, IoT, 클라우드, 빅데이터 및 인공지능 등의 디지털화를 기반으로 물리적·생물학적 영역을 포함한 모든 영역의 경계가 없어지고 연결성이 극대화 되는 한편, 융합이 가속화 되어 기존과 완전히 다른 체계의 생산·소비 패러다임의 디지털 경제를 일컫는 것
산업통상자원부	인공지능 기술을 중심으로 하는 파괴적 기술들의 등장으로 상품이나 서비스의 생산, 유통, 소비 전 과정이 서로 연결되고 지능화되면서 업무의 생산성이 비약적으로 향상되고 삶의 편리성이 극대화되는 사회·경제적 현상 ³⁾
삼성	4차 산업혁명의 특징을 사이버-피지컬 시스템으로 표현한 WEF의 자료를 인용하여, ‘첨단정보통신 기술이 실제 물리적 공간에서의 삶에 녹아들어가 새로운 시스템으로 거듭나는 현상’으로 정의 ⁴⁾

출처 : 정보통신기술진흥센터. 주간기술동향 1801호. pp.25-26을 바탕으로 저자 일부 보완

- 1) 정보통신기술진흥센터. 2017. 주간기술동향 1801호. p.25.
- 2) 매일경제 경제용어사전. <http://dic.mk.co.kr/cp/pop/desc.php>(2017.11.09. 검색)
- 3) 산업통상자원부. 산업부가 바라본 4차 산업혁명 코리아루트. 2017. p.10.
- 4) 삼성 뉴스룸. <https://news.samsung.com/kr/344246-2>(2017.11.09. 검색)

또 다른 전문가들은 1,2차 산업혁명의 결과인 현실세계와 3차 산업혁명의 결과인 가상세계가 ‘인간을 중심으로 융합하는 것’으로 정의하거나⁵⁾, ‘사물인터넷과 인공지능 기술의 융합에 따라 사물 역시 지능을 갖고 사람·사물·공간이 실시간으로 연결되는 초지능, 초연결 세상이 도래하여 산업과 사회의 문명사적 대변혁이 이루어지는 현상’으로 정의하기도 한다⁶⁾. 기존의 의견들을 종합해보면 ‘제4차 산업혁명’은 인공지능기술, IoT 등의 과학기술, ICT 기술과 바이오 기술 등 서로 다른 분야의 기술들이 융합되고 현실과 가상세계 역시 융합되어 혁신적으로 변화하는 사회현상을 의미한다고 볼 수 있다⁷⁾.

(2) 초연결사회(Hyper-connected Society)

초연결사회는 사람뿐만 아니라 사물들도 연결되어 정보를 생성하고 공유하는 초연결(Hyper-Connectivity)⁸⁾ 현상이 정치, 경제, 사회적으로 매우 큰 영향을 주는 사회를 의미⁹⁾한다. CISCO에 따르면 네트워크에 연결된 사물이 2008년~2009년 사이에 세계 인구를 초과하였으며, 세계경제포럼에서는 10년 내 1조 개의 센서가 인터넷에 연결될 것으로 전망하였다¹⁰⁾. 초연결을 통해 사람-사물-공간까지 연결되고 시공간을 초월한 소통까지도 가능해지는 사회가 될 전망이다.

5) 이민화. 2017. 4차 산업혁명과 국토발전. 국토연구원 전문가 특강자료. p.7.

6) 김영표. 2017. 4차 산업혁명 시대 공간정보의 역할. 국토연구원 전문가 특강자료. p.23.

7) 한편으로는 ‘제4차 산업혁명’이란 용어에 대해 학술적 근거가 부족하며 세계경제포럼에서 제시한 정의가 모호함을 지적하며 4차 산업혁명의 허구성과 숨은 의미를 찾아야 한다는 입장도 있다. 이들은 최근의 기술혁신으로 생산성이 비약적으로 발전했다는 근거가 없으며, 아직 3차 산업혁명 개념에 대한 합의조차도 이뤄지지 않았다고 주장한다. 또한 4차 산업혁명이란 용어가 국내에서만 부각되고 있어 국제적 논의에서도 혼선이 빚어지고 있으며, 명확히 정의하지 못한 상태에서 준비하고 선도하는 것에 대해 우려하기도 한다.(중앙일보. 2017. ‘4차 산업혁명’ 개념정리 안되면 창조경제 재탕될 수도. 6월 15일. <http://news.joins.com/article/21667497>(2017.11. 09. 검색))

8) 캐나다의 Anabel Quan-Haase와 Barry Wellman이 제안한 개념으로 네트워크화 된 사회에서 이메일, 인스턴트 메시지, 전화, 대면접촉, 웹 2.0 정보서비스 등과 같은 다양한 커뮤니케이션을 통해 사람-사람, 사람-사물 간 소통하는 것을 말함(<https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperconnectivity>(2017.11.09. 검색))

9) 사공호상 외. 2016. 초연결 시대에 대응한 공간정보 정책방향 연구. p.15.

10) KB금융지주 경영연구소. KB지식비타민-초연결사회 도래와 스마트 신인류. 2017. p.2.

(3) 지능정보사회

과학기술정보통신부에서는 미래 기술의 특징인 지능정보기술이 보편화된 사회를 일컬어 ‘지능정보사회(Intelligent Information Society)’라 칭하고, ‘고도화된 정보통신기술 인프라(ICBM)¹¹⁾를 통해 생성·수집·축적된 데이터와 인공지능(AI)이 결합한 지능정보기술이 경제·사회·삶 모든 분야에 보편적으로 활용됨으로써 새로운 가치가 창출되고 발전하는 사회’라고 정의¹²⁾하였다. 인공지능 기술과 데이터 활용기술이 융합한 지능정보기술이 보편화되고 타 산업·기술과 다시 융합함으로써 생산성과 효율성을 획기적으로 올릴 것이라 전망하였다. 그 예로, 수요예측과 맞춤형 생산으로 효율을 극대화하는 스마트 공장, 안전·에너지·교통·오염 등 도시문제를 스스로 예측하고 해결하는 스마트 도시, 청소나 요리가 가능한 가사로봇, 개인별 유전자 특성을 분석한 맞춤형 질병치료 등을 제시하였다¹³⁾.

본 연구에서는 앞서 논의된 용어의 개념을 종합적으로 고려하여, 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 사이버물리시스템(CPS), 가상현실(VR), 증강현실(AR) 등의 첨단 기술이 보편적으로 활용되는 미래사회를 ‘지능정보사회’라고 정의한다.

2) 미래 지능정보사회의 특징

미래 사회는 사물인터넷을 기반으로 한 초연결과 인공지능을 기반으로 한 초지능, 그리고 관련 기술들의 영역을 뛰어넘는 융합을 특징으로 꼽을 수 있다.

(1) 초연결성

‘초연결’이란 사물인터넷 기술을 기반으로 사람과 사람 간의 통신과 소통뿐만 아니

11) IoT, Cloud computing, Big data, Mobile

12) 관계부처 합동. 2017. 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책. p.1.

13) 관계부처 합동. 2017. 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책. p.7.

라 사람-사물, 사물-사물 간의 통신과 소통이 이루어지고 그 연결과 소통 안에서 데이터가 수집·축적·분석되어 지속적으로 활용되는 것을 말한다. 지능정보사회에서는 사물인터넷 환경과 네트워크에 연결된 기기들의 수가 늘어나면서 데이터의 양이 급증할 것이며, 그에 따라 데이터를 생산하고 소비하는 행태가 달라질 것이다. 예를 들어 자동차의 전자부품 비중이 높아지고, 그에 따라 부품과 장비의 상태를 모니터링하고 기능을 제어하기 위한 데이터가 더 많아지며 안전한 운행을 위한 다른 차량 및 도시 교통시스템과의 끊임없는 데이터 통신이 필요해지게 된다¹⁴⁾.

(2) 초지능화

‘초지능화’란 초연결성으로 생성된 막대한 데이터를 분석하고 그 패턴을 파악하여 의사결정에 활용하도록 사물이 지능화되고 극단적인 자동화가 실현되는 것을 말한다. 사물이 스스로 학습하고, 생각하는 능력을 갖는 인공지능을 가지게 되고 이러한 인공지능이 로봇기술(기계)과 융합하여 극단의 자동화, 만물의 인공지능화를 실현하게 된다. 지능정보사회에서는 이런 인공지능기술이 일반화되어 의료, 안전, 교통 등 다양한 분야에서 사람의 판단을 최소화하고 최적의 솔루션을 찾는 역할을 할 것이다. 이미 의료분야에 도입된, 암 진단이 가능한 인공지능 왓슨이나 인공지능 변호사 로스, 대학 조교 질 왓슨 등 다양한 분야에 인공지능 기술이 활용되고 있다¹⁵⁾.

(3) 초융합성

클라우드 슈밥이 주장한 바와 같이 제4차 산업혁명에서 디지털·물리적·생물학적 영역의 경계를 허무는 기술의 융합은 획기적인 사회변화를 가져올 수 있다¹⁶⁾. 가장 대표적인

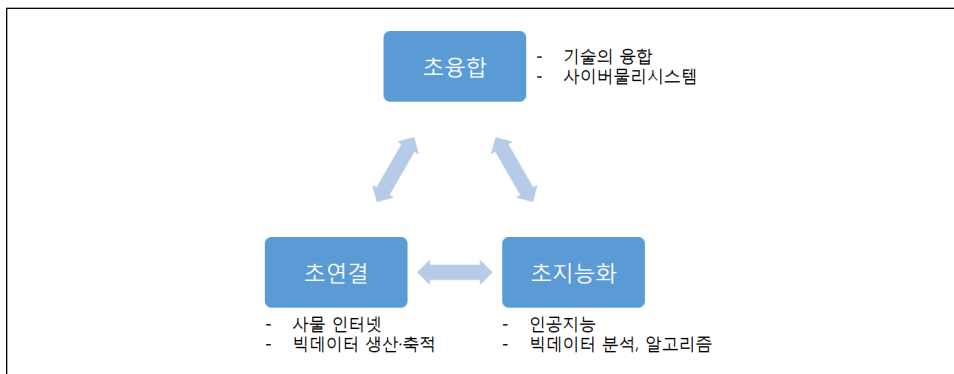
14) 미래창조과학부 미래준비위원회 외, 미래전략보고서 10년 후 대한민국 미래 일자리의 길을 찾다. 지식공감. p.30.

15) EBS. 지식채널 e. 전지전능()씨. <http://www.ebs.co.kr/tv/show?prodId=352&lectId=10654620>. (2017.12.22. 검색).

16) WEF.2016.The fourth industrial revolution what it means and how to respond. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-an>

융합모델로 인정받고 있는 ‘사이버물리시스템’은 현실의 물리시스템과 디지털 가상시스템이 결합되어 빅데이터와 네트워크, 클라우드 컴퓨팅 등을 바탕으로 사물과 자원, 프로세스 등을 분석하고 자동 제어 하는 것이 가능한 시스템이다. 사이버물리시스템은 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 자산관리와 생산공정 등을 획기적으로 개선함으로써 향후 의료, 항공, 공장, 에너지 등 일상의 광범위한 영역에서 적극 활용될 전망이다¹⁷⁾.

그림 2-1 | 미래 지능정보사회의 주요특징



자료 : 저자 작성

그 밖에 지능정보사회의 특징으로 초실감성이 논의되기도 한다. 한국전자통신연구원(ETRI)은 4차 산업혁명을 이끌어갈 기술을 네트워크기술(IoT, 클라우드), 지능정보기술(인공지능, 기계학습), 실감화 기술(홀로그램, VR, AR)로 구분하면서 AR과 VR 등 사실감과 몰입감 있는 서비스를 통해 미래사회는 ‘초실감성’이 강해질 것이라고 주장¹⁸⁾하였다.

d-how-to-respond(2017.11.09. 검색)

17) 미래창조과학부 미래준비위원회 외. 2017. 전개서. 지식공감. p.38.

18) 디지털 타임스. 2017.ICT기술 ‘초연결·초지능·초실감’ 진화 ... 4차 산업혁명 이끈다. 11월8일. 13.
http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2017110802101360731001(2017.11.8. 검색)

3) 미래 지능정보사회 전망

과학기술정보통신부는 지능정보기술에 의해 변화할 사회상을 <표 2-2>와 같이 제시하였다¹⁹⁾. 지능정보사회는 사물의 지능화, 높은 연결성, 로봇틱스 등 타 분야와의 융합으로 인해 기존에 경험하지 못했던 새로운 기술과 서비스들이 많이 등장할 것으로 전망된다.

표 2-2 | 미래 지능정보사회의 모습 예시

- 인간의 음성이나 동작을 인식해 기타 전자기기와 전기, 수도 등 각종 유틸리티를 다루는 로봇 등장
- 운전기사 없이 운행하는 무인차량이 일반화되고 고장이 발생하기 전 차량 스스로 관리
- 방대한 진료데이터를 분석해 의사가 찾아내기 어려운 희귀질환을 사전파악
- 다양한 분야, 다양한 지역의 민원과 정책을 분석해 각 지역별 정책기획에 활용
- 가상/증강 현실 기술로 실험 및 체험형 학습을 수행하고 학생들의 학습효과 제고
- 자산분석, 융자업무를 수행하는 인공지능이 금융사기 패턴 분석으로 사고 피해 예방
- 오염물질 데이터를 분석해 미세먼지 발생지를 예측하고 오염원 차단 및 예방
- 지능형 CCTV로 현장에서 움직이는 물체를 분석해 위험사항 여부를 판단하고 이를 타 기관에 전달
- 재난구조, 군사작전 등 위험한 일을 수행하는 재난용 또는 군사용 로봇 등장
- 농사, 선박, 축사 관리 자동화 및 기상예측기반의 농어축산업관련 보험서비스 등장

출처: <http://www.korea.kr/policy/economyView.do?newsId=148827517>(2017.11.09. 검색)

지능정보사회는 종전과 달리 생체 정보, 행태 정보 등 비정형 정보 등도 데이터화될 것이다. 이와 같은 수많은 데이터는 인공지능 학습의 기반이 된다. 이러한 데이터 환경으로 인하여 지능정보사회는 데이터 자본주의의 사회, 개인맞춤형 사회가 될 것으로 전망된다²⁰⁾. 수많은 데이터를 확보하여 인공지능이 스스로 학습하고 지식화하여 의사결정을 하게 된다면 데이터와 지능정보기술은 국가나 산업의 주요 경쟁원천이 된다. 즉 ‘데이터’는 토지·노동·자본과 함께 지능정보사회의 새로운 생산요소가 될 것이며 데이터를 많이 보유한 기업이나 국가의 가치가 높아지게 될 것²¹⁾이다. 하버드 비즈니스

19) 정책브리핑. 지능정보기술 시대, 삶의 모습은 어떻게 변할까.

<http://www.korea.kr/policy/economyView.do?newsId=148827517>(2017.11.9. 검색)

20) 전자신문. 2017. 4차 산업혁명 시대의 디지털 비즈니스 전략. <https://www.sek.co.kr/2017/DBSF> (2017.11.08. 검색)

21) 한국정보화진흥원. 2017. 새로운 기술, 새로운 세상 지능정보사회. p.71.

스 리뷰에서는 데이터 시대 기업의 계급체계를 데이터와 인공지능을 보유하느냐 그렇지 못하느냐에 따라 구분하고, 데이터와 인공지능기술을 모두 보유한 기업이 경쟁우위를 점할 수 있다고 전망하였다. 이 사례는 데이터와 인공지능기술을 보유하는 것이 앞으로 얼마나 중요한가를 보여주고 있다.

그림 2-2 | 데이터 보유의 경쟁력

<데이터·기계 시대의 새로운 계급>	
1. 데이터와 AI기술을 모두 가진 기업	2. 데이터를 가진 기업
3. AI기술을 가진 기업	4. 데이터도 AI기술도 없는 기업

출처: 한국정보화진흥원. 2017. p.71. 재인용(원 출처: 하버드 비즈니스 리뷰. 2015.)

한편 지능정보사회는 개인맞춤형 사회가 될 것으로 전망된다. 활용 가능한 데이터가 많아지고 데이터가 더 세밀해질수록 개개인의 수요에 맞는 서비스가 가능해진다. 감성을 인식하고 감정적 교류를 할 수 있는 감성 컴퓨팅, 웨어러블 기기, 3D 프린팅 기술, 바이오 기술, 나노 기술들의 발전으로 개인의 수요에 부합하는 ‘맞춤형 서비스’가 가능하다. 개인 맞춤형 헬스케어 서비스, 현금 없는 금융서비스, 건강수명 증진서비스, 인공지능 만능 전문가 서비스, 웨어러블 에너지 공급서비스, 소셜러닝 서비스²²⁾ 등 전문가들이 전망하는 지능정보사회 서비스의 대부분은 개인 삶의 질에 관한 서비스들이다.

2. 지능정보사회와 공간정보

1) 공간정보의 특징과 가치

공간정보란 ‘지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보’를 말한

22) 미래창조과학부 미래준비위원회 외. 2016. 10년 후 대한민국 뉴노멀 시대의 성장전략. 시간여행. p.105.

다²³⁾. 도형정보와 위치정보, 속성정보를 가진 공간데이터뿐 아니라 공간정보기술, 공간 정보서비스 등을 모두 아우르는 의미로 사용되기도 한다. 구글은 공간정보(Geospatial)를 좌표, 주소 또는 도시 우편번호와 같은 일종의 지리정보를 포함하는 데이터를 수집, 조작, 구성 및 저장하는데 사용되는 기술이라 정의하고 있다²⁴⁾.

가장 기본적인 공간데이터는 객체(Object)를 점, 선, 면 또는 그리드(Grid) 형태로 나타낸 도형정보, 주소 및 좌표 등의 위치정보, 객체의 성질, 형태 등을 담은 속성정보로 구성된다. 객체를 표현하는 도형정보와 위치정보를 기반으로 다양한 속성정보(센서정보, 행태정보 등)를 결합할 수 있기에 공간데이터는 무한한 확장성을 갖는다.

공간정보는 그동안 국토관리 및 모니터링, 재해관리, 시설물관리, 자산관리 등에 활용되어 사회문제를 해결하고, 행정효율성을 높이며 합리적 의사결정을 지원해왔다. 또한 LBS산업, 최근 부각되고 있는 O2O, Geo-IoT 서비스 등을 통해 경제발전과 개인 삶의 질 향상에 기여하고 있다. 구글 보고서에 따르면 공간정보서비스를 통해 개인소비자, 기업, 사회에서 얻는 이익의 가치는 5억 5천만 달러에 달하고 약 4백만 개의 직접고용과 8백만의 잠재적 간접고용효과를 창출하며, 전 세계 GDP의 약 75%에 해당하는 분야에서 수익을 개선하고 비용을 절감한다고 한다²⁵⁾. 그밖에 공간정보는 내비게이션을 통해 효율적인 교통수단을 만듦으로써 공기 오염을 줄이는 등 사회와 환경에 대해 긍정적 기능도 한다.

2) 지능정보사회의 공간정보 역할

공간정보는 어딘가에서 무언가 변화가 일어나는 것을 감지하고 증강현실과 가상현실을 생성하며, 로봇틱스나 머신러닝 등에 공간인지능력을 지원하는 등 미래 지능정보사회에서 많은 역할을 할 것²⁶⁾으로 기대된다. 특히 공간정보는 다른 정보들과 기술을 융

23) 국가공간정보 기본법 제2조의 1

24) alphabeta. 2017. The Economic Impact of Geospatial Services: How Consumers, Businesses, and Society Benefit from Location-Based Information. p.15.

25) alphabeta. 2017. 전개서. p.8.

합하는 매개 역할을 할 것이다. 그리고 현실세계에 부합하는 가상의 디지털 세계를 구축하는 기본 틀²⁷⁾으로써의 역할이 기대된다.

(1) 현실공간과 가상공간 융합의 매개체

지능정보사회는 하드웨어와 소프트웨어의 통합이 보편화되고, 이러한 통합·융합이 사회의 각 부문에 적용될 것으로 전망된다. 공간정보는 실세계를 컴퓨터상의 가상공간으로 구현할 수 있는 가장 유용한 수단이다. 따라서 공간정보는 현실공간과 사이버 공간의 융합을 위한 매개체로써 현실공간과 가상공간의 객체, 위치, 주변상황 등을 서로 연결시켜주는 역할을 한다. 객체기반의 3차원 공간정보는 현실과 유사한 형태의 가상 공간을 구현할 수 있다. 도로와 건물, 시설물 등을 시각적으로 표현하는 것뿐만 아니라 이동경로, 움직임 패턴 등 공간분석이 가능하며, 이를 통해 물리적 현실공간과 사이버 공간사이의 매끄러운 상호작용이 가능하다. 아울러, 지능정보사회에서는 지능화된 사물을 상황에 맞게 제어할 수 있는 환경이 중요하며, 공간정보가 플랫폼의 역할을 할 수 있다.²⁸⁾ 이처럼 공간정보를 기반으로 한 현실과 가상공간의 연결과 융합은 이미 온오프라인 서비스와 위치기반 서비스 등으로 가시화되고 있다.

(2) 경쟁력의 원천 데이터와 정보인프라

기기가 지능화될수록 사람을 통하지 않고 직접 공간정보를 인식하고 활용하게 될 것이다. 즉 공간정보의 활용주체가 사람보다 기기가 더 많아지게 된다. 공간정보를 생산하는 주체도 사람에서 사물로 확장될 것이다. 이로 인해 생산되고 축적되는 공간정보의 양은 엄청나게 증가할 것으로 예상된다. 예를 들면, 스마트폰 사용자의 위치가 데이터로 저장되고 인스타그램에 올라오는 사진은 위치정보를 가지고 있다. 기기 자체가 정보를 생산하고

26) Geospatial Media. 2017. Youtube: What is the role of Geospatial technology in the 4th Industrial Revolution. <https://www.youtube.com/watch?v=YO6T1R4aiV4>(2017. 12. 05. 검색)

27) 김영표. 2017. 4차 산업혁명 시대 공간정보의 역할. 국토연구원 전문가특강 자료. p.64.

28) 한국정보화진흥원. 2017. 새로운 기술, 새로운 세상 지능정보사회. p.119.

활용하는 매체가 된다. 앞으로 공간정보는 점점 정밀성과 정확성을 높여갈 것이어서 데이터의 양도 점차 많아질 것이다. 이러한 공간정보는 지능정보사회의 경쟁력의 원천과 생산요소인 데이터 인프라 역할을 할 것이다. 스마트시티²⁹⁾의 경우 그 구조를 7개로 나눌 수 있는데, 공간정보는 스마트 시티의 핵심 기반인프라에 해당한다(<표2-3>).

표 2-3 | 스마트시티의 구조

구분		특성
인프라	도시인프라	물리적 도시기반시설(도로, 교량 등)
	ICT인프라	정보통신 기반시설(통신망 등) 및 ICBM 정보통신 관련기술
	공간정보인프라	- 현실공간과 사이버공간의 융합을 위한 핵심 플랫폼으로 등장 - 지도정보, 3D지도, GPS 등 위치측정 인프라, 인공위성, 지오태깅 등
데이터	IoT	- 도시내 각종 인프라와 사물을 네트워크로 연결 - CCTV를 비롯한 각종 센서 장착 - 스마트시티 전체에서 시장규모가 가장 크고 투자도 가장 많이 필요
	데이터 공유	- 좁은 의미의 스마트시티 플랫폼 - 데이터의 자유로운 공유, 활동 지원
서비스	알고리즘 & 서비스	- 실제 활용가능한 정도의 높은 품질과 신뢰도를 갖는 지능서비스를 개발하는 계층 - 데이터 처리/분석하는 데이터 활용능력이 일차적 관건 - 유럽의 Living Lab 등 다양한 시범사업 전개
	도시혁신	- 도시문제 해결을 위한 새로운 방법을 고안하고 새로운 서비스가 가능하도록 도시제도를 혁신 - 정치적 리더십의 영역이자 사회실패 등 사회적 자본이 작용하는 영역 - 중앙정부의 법제도 혁신 기능도 중요

출처: 한국정보화진흥원. 2017. pp.220-221. 부분발췌 및 일부 수정

(3) 캄테크(Clam Tech) 서비스 기술

언제부터인가 내비게이션은 자동차 운전의 필수품이 되었고, 지도를 기반으로 맛집과 주유소를 찾고 있다. 이렇듯 지도와 위치정보 즉 공간정보는 생활 속에 깊이 내재된 필수 공공재로써 캄테크 서비스가 되었다. 캄테크란 공기나 물이 사람과 함께 공존하듯 언제 어디서나 사람을 지원하는 기기들을 통해 사람과 상호작용하는 조용한 기술을 말

29) 스마트시티에 대한 여러 정의, 접근방식의 차이가 존재하는데, 그 중 스마트시티를 플랫폼으로 바라보는 입장에서는 그 구조를 표2-2와 같이 구분함

한다.³⁰⁾ 캄테크 기술은 무지각성, 확장성, 융합서비스의 3가지 원칙으로 이루어지며 조용히 정보를 모으고 분석하여 사용자에게 서비스한다³¹⁾. 즉 이용자가 자각하지 못하지만 필요한 상황에서 활용되고, 현실과 가상을 오가는 확장성을 바탕으로 제3의 서비스와의 융합이 가능한 기술이다. 공간정보는 이런 캄테크의 요소를 갖추고 있다. 최근 많이 사용하는 카카오택시나 우버택시 같은 경우, 사용자들은 공간정보의 존재를 인식하지 못하지만 공간정보는 이들 서비스의 핵심역할을 한다. 이들 서비스는 공간정보를 기반으로 고객과 기사를 연결하고 모바일 결제서비스 등과 융합한 모델이다. 이와 같이 개인 맞춤형사회인 미래 지능정보사회에서 공간정보는 캄테크 서비스로 더욱 많이 활용될 것으로 예상된다.

30) 조용하다는 의미의 calm과 technology의 합성어로 일상 생활환경에 센서와 네트워크 장비를 보이지 않게 내장하고 이를 활용해 사람들이 인지하지 못한 상태에서 각종 편리한 서비스를 제공하는 기술(김난도 외, 2017. 트렌드 코리아. p.265)

31) The Science Times. 2017. 조용히 실현되는 기술 ‘캄테크’- 사물통신 및 웨어러블과의 융합으로 급성장. 3월 10일. <http://www.sciencetimes.co.kr/?news=%EC%A1%B0%EC%9A%A9%D%9E%88-%EC%8B%A4%ED%98%84%EB%90%98%EB%8A%94-%EA%B8%B0%EC%88%A0-%EC%BA%84%ED%85%8C%ED%81%AC>(2017.6.7. 검색)

[지능정보사회의 공간정보 역할 예시] 현실과 가상공간의 융합 O2O의 핵심기술, 공간정보

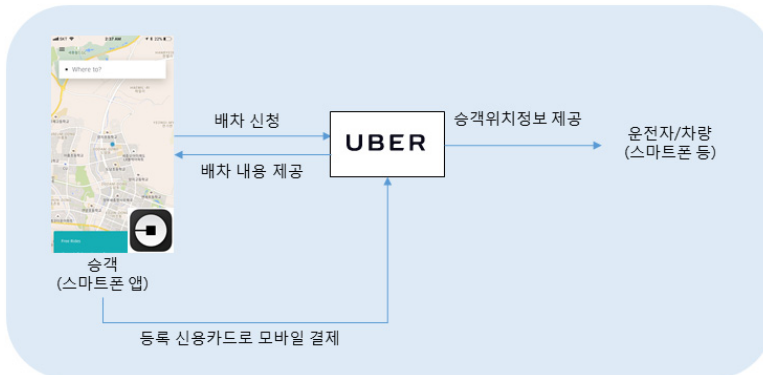
◆ O2O(Online to Offline) 서비스

- O2O 서비스는 온라인(사이버공간)에서 서비스를 요청하여 오프라인(물리적 공간)으로 서비스가 제공되는 형태를 말함
- 글로벌 혁신기업 우버, 에어비앤비 등이 O2O 서비스를 제공하고 있으며 국내에서는 택시를 부르거나 음식을 배달하는 등 다수의 O2O 서비스가 있음
 - 대부분의 O2O 서비스가 사람(고객)과 사물(택시, 음식, 숙소, 매물 등)의 위치정보를 필요로 하며 정보를 시각화(매핑, 사진 및 기타 속성정보 연계)하여 전달하고 소통함

◆ 우버(Uber) 택시 사례

- 우버는 미국의 교통회사로 기업에 고용되거나 공유된 차량의 운전기사와 승객을 모바일 앱을 통해 중계하는 서비스(우버 택시)를 제공
- 우버의 지도 담당 전문가인 Brian McClendon은 “정확한 지도는 서비스의 핵심이며 사업의 중추”라고 밝힘³²⁾
 - 우버 서비스에 적합한 맞춤형 맵을 위해 구글 맵을 사용하는 대신 MMS를 활용하여 자체 지도제작 시작

<우버 택시 O2O 서비스 개념>



출처: http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2014/08/08/2014080800619.html(2017.11.08. 검색)를 바탕으로 재구성

32) <https://www.uber.com/newsroom/mapping-ubers-future/> (2017.11.08. 검색)



CHAPTER 3

미래 공간정보 발전 전망

1. 인문학 관점에서 본 공간정보 발전 전망 | 33
2. 공간 데이터 및 기술의 발전 전망 | 46
3. ICT 관점에서 본 공간정보 발전전망 | 56

미래 공간정보 발전 전망

본 장에서는 미래의 공간정보 기술 및 활용을 세 가지 관점에서 전망하였다. 첫째는 사람을 중심으로 인문학적 관점에서 전망하였고 두 번째는 공간데이터와 관련 기술 관점에서 전망하였다. 세 번째는 공간정보의 구축과 융합, 활용 등에 가장 큰 영향을 미치는 정보통신기술의 관점에서 전망하였다. 그리고 세 가지 관점에서 전망한 내용을 종합하여 시사점을 도출하였다.

1. 인문학 관점에서 본 공간정보 발전 전망

공간정보는 데이터, 하드웨어, 소프트웨어 등과 같은 구성요소를 갖고 있기 때문에 그간의 연구는 주로 기술적인 부분을 고려 대상으로 삼았다. 그러나 공간정보의 본질적 가치를 조망하기 위해서는 공간정보를 사용하는 사람과 그들이 살아가는 사회의 관점에서 바라보는 인문학적 접근이 필요하다. ‘인문학(Humanities)’이란 통상적으로 ‘자연과학(Natural sciences)’과 대립되는 개념으로, 자연과학이 객관적으로 존재하는 자연현상을 다루는 학문에 반해 인문학은 인간의 가치탐구와 표현활동을 그 대상으로 삼고 있다¹⁾.

인문학적 관점에서는 다음과 같은 요소를 중심으로 공간정보의 미래를 전망하였다. 첫째, ‘기술’이 아닌 ‘사람’을 중심으로 과거 및 현재의 상황을 파악하고, 이를 기반으로 미래의 모습을 예측하였다. 둘째, ‘공간정보’라는 학제적 용어와 달리 ‘지도(地圖)’라는

1) 서울대학교 교육연구소, 1995. 교육학용어사전.

<http://terms.naver.com/entry.nhn?docid=511853&cid=42126&categoryId=42126>(2018.01.03.검색)

일반인들이 쉽게 인지하고 활용하는 구체적 형태를 대상으로 접근하였다. 셋째 ‘지도’ 자체에 초점을 두지 않고, 지도라는 창(窓)을 통해 사람들이 들여다보고자 하는 세상을 중심으로 미래 공간정보의 모습을 전망하였다.

1) 인문학적 접근 방법

인문학적 접근방법은 다양하지만, 이 연구에서는 사람을 중심으로 ‘육하원칙’에 의한 현상 접근방식을 적용하였다. 육하원칙은 기사 작성 등 사실 및 현상을 설명할 때 이용 되는 방식으로, 기본적인 여섯 가지 요소인 ‘누가(who), 언제(when), 어디서(where), 무엇(what), 어떻게(How), 왜(why)’로 구성된다. 공간정보의 대중적 표현방식인 ‘지도’는 자연현상이 아닌 인류의 행위에 의한 산물로, 이를 육하원칙에 맞추어 해석하면 ‘누가 언제 어떤 이유로 어느 곳에 대한 무슨 지도를 어떻게 만들었을까?’라는 질문으로 해석이 가능하다(<표 3-1> 참조).

표 3-1 | 육하원칙에 의한 공간정보 전망

Why	Who	When	Where	How	What
동기/욕구	사용자	시간요소	공간요소	기술요소	지도종류
사냥 경로 및 사냥감 위치 기록을 위해서	다음 사냥자를 위한	사냥 당시의 시점에 기반한	사냥터에 대한	날카로운 것으로 벽을 긁어서	사냥감 배치도 제작

자료 : 저자 작성

육하원칙의 요소 가운데 특히 행위의 동기(動機)에 해당하는 ‘Why(어떤 이유에 의한)’는 지도 제작 및 활용에서 가장 중요한 요소다. Why에 해당하는 요소들은 ‘나중에 떠날 사냥을 위해서, 별의 모양을 관찰하고 날짜를 계산하기 위해서, 자산 및 자원의 위치를 남겨서 관리하기 위해서, 방대해진 국가를 효율적으로 통치하기 위해서, 여행 과정을 기록하기 위해서, 경계를 나누어 분쟁을 없애기 위해서, 지역에 대한 각종 정보를 기록해 두기 위해서’ 등 다양한 동기를 들 수 있다. 해당 동기에 따라서 그 시대에 맞는 How(어떤 방식으로)를 이용하여 What(무슨 지도를)에 해당하는 지도를 제작하게 된다.

2) (과거~현대) 집단 동기를 반영한 지도 제작

현대적 기술이 도입되기 이전에는 제작의 특수성과 방대한 자료로 인하여 국가가 주도하여 지도를 제작하고, 이를 정치, 경제 등 국가 통치에 활용하였다. 지도는 국가 또는 행정단위를 구분하거나 합리적 의사결정을 위한 도구로, 정치나 군사적 목적으로 지도를 활용하였다. 경제적 동기로는 시장의 현황을 파악하고 상황을 분석하거나 물류 및 유통 등에 필요한 지도를 제작하여 활용하였다. 사회적 동기로는 복지나 치안, 재난 방지 등의 목적으로 지도를 제작하여 활용하였다. 문화적 동기는 여행이나 이동의 편의성, 교육 등을 위해서 지도를 제작하여 활용하였다(<표 3-2> 참조).

표 3-2 | 집단 동기를 반영한 지도 제작 사례

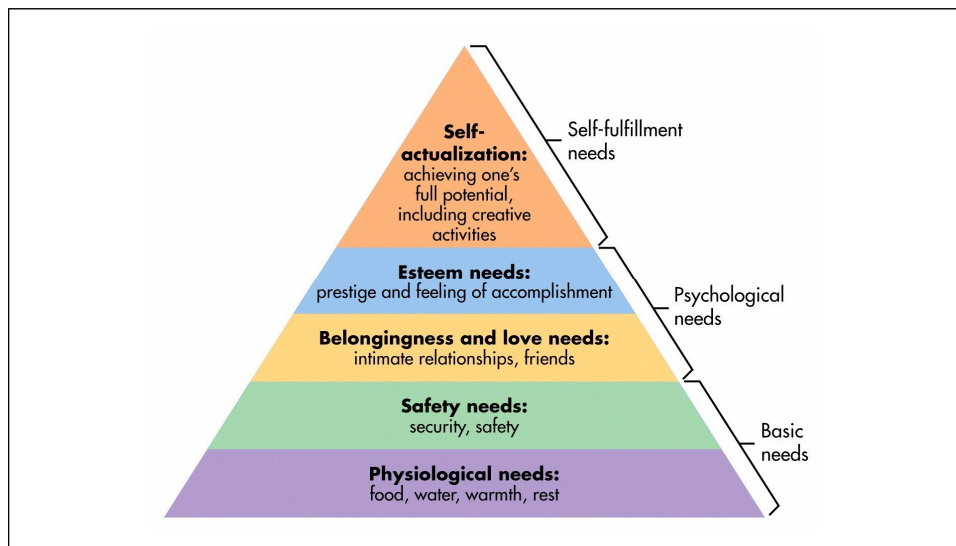
분야	‘어떤 이유로’	‘무슨 지도를’
정치	• 국가 및 행정단위 구분 • 지역 단위별 현황 파악 및 비교 • 행정을 위한 의사 결정 • 부대 배치 및 작전계획 수립 목적	• 각종 경계지도 • 통계지도 • 행정주제도 • 군사지도
경제	• 지역별 시장 현황 파악 및 분석 • 물류 및 유통의 효율성 확보 • 토지에 대한 소유권에 대한 정의	• (시계열)통계지도 • 상권지도 • 지적도
사회	• 사회 현상 파악 및 예측 • 복지, 치안, 재난방지 목적 • 교통정보, 아파트시세등 조회	• 각종 현상 요소별 주제도 • 각종 목적별 주제도 • 교통지도, 부동산지도
문화	• 여행 편의 정보 제공 • 이동 편의 • 주변 각종 시설정보 파악 • 다른 지역의 모습 파악 • 다양한 교육	• 여행지도 • 내비게이션용 지도 • POI 중심 지도 • 스트리트뷰 등 • 역사지도 등

자료 : 저자 작성

3) (현대~미래) 인간 개인 욕구를 반영한 지도

19세기 이후 정밀한 측량기술의 발달과 20세기 후반 디지털 혁명에 의해서 지도의 생산 및 공유 환경이 크게 개선되었다. 이로써 지도에 대한 수요가 팽창하면서, 집단 동기를 반영한 지도에서 나아가 개별 인간의 욕구에 맞춘 지도 제작이 가능한 환경으로 변화되었다. 개별 인간의 욕구에 대한 프레임은 ‘생리적 욕구, 안전에 대한 욕구, 애정과 소속에 대한 욕구, 자존감에 대한 욕구, 자아실현의 욕구’로 나누어 제시한 매슬로 (Abraham H. Maslow)²⁾의 ‘욕구계층이론(Maslow's Hierarchy of Needs)³⁾’이 주로 쓰이며, 본 연구에서도 이에 기반하여 미래 인간의 욕구를 도출하였다. 매슬로는 인간의 욕구를 <그림 3-1>에서 보는 바와 같이 5단계로 분류하였으며, 상위 단계적으로 이동하는 특성이 있다고 한다.

그림 3-1 | 매슬로의 욕구계층



출처 : <https://www.simplypsychology.org/maslow.html> (2018.1.9. 검색)

2) 미국의 심리학자, 1908~1970.

3) Maslow, A. H. 1943. A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50, pp.370-396.

1단계는 생리적 욕구로, 의식주 및 각종 기본생활(먹는 것, 자는 것, 종족보존 등)과 관련된 본능적인 욕구이다. 2단계는 안전에 대한 욕구로, 추위·질병·위험 등으로부터 자신을 보호하려는 욕구로, 신체적 정서적 안전을 추구하는 욕구이다. 3단계는 애정과 소속에 대한 욕구로, 가정을 이루거나 친구를 사귀는 등 어떤 집단에 소속되어 소속감을 느끼고 주변의 애정을 느끼려는 욕구이다. 4단계는 자존감에 대한 욕구로, 소속 단체의 구성원으로서 명예나 권력을 누리고 타인에게 인정받고자 하는 욕구이다. 마지막 5단계는 자아실현의 욕구로, 자신의 재능과 잠재력을 충분히 발휘해서 자기가 이룰 수 있는 모든 것을 성취하여 자기만족을 느끼려는 욕구이다.

매슬로의 욕구 분류에 맞추어, 개인의 지도에 대한 욕구를 <표 3-3>에서 보는 바와 같이 9가지 경우로 세분하였다. 생리적 욕구는 이동 욕구, 체감 욕구, 무위 욕구로 구분할 수 있으며, 안전에 대한 욕구는 자기보전과 자기보호 욕구로 세분할 수 있다. 애정에 대한 욕구는 소통의 욕구에 해당하며, 자존감에 대한 욕구는 표현과 참여의 욕구로 해석이 가능하다. 자아실현의 욕구는 호기심 충족과 창작의 욕구로 구분된다.

4) 인간의 공간정보에 대한 욕구

(1) 이동욕구

물리적 제한이 있는 이동의 한계성을 지도를 통하여 초월하고자 하는 욕구로, 공간적인 요소와 시간적인 요소를 포함한 이동 즉, 특정 시점의 특정 위치에 대한 정보를 알고 싶어 한다. 가령 스크린골프는 직접 필드에 나가지 않고도 실제 골프장의 느낌을 즐길 수 있다. 또한 박물관 둘러보기⁴⁾, 360도 가상현실(VR) 기능을 통한 여행지 소개⁵⁾와 같은 서비스가 있다. 실제와 유사한 공간을 체험하고자 하는 욕구는 점차 확대될 것이다.

4) 구글 아트 프로젝트의 가상미술관 공간 구현 등을 참고
(<https://www.google.com/culturalinstitute/beta/>, 2018.1.4. 검색)

5) 460만 뷰 이상을 기록한 해밀턴 섬 홍보용 360도 VR 동영상, Qantas사 제작,
(https://www.youtube.com/watch?v=lJype_TafRk&t=258s, 2018.1.4. 검색)

표 3-3 | 미래 인간의 지도에 대한 욕구 파악

매슬로의 욕구 계층	지도에 대한 욕구	주요 내용
1단계: 생리적 욕구	이동 욕구	물리적 제한이 있는 이동의 한계성을 지도를 통하여 초월하고자 하는 욕구
	체감 욕구	지도를 단순히 시각적으로 보는데 만족하지 않고, 직접 만지고 느끼는 형태로 인식하고자 하는 욕구
	무위 욕구	노동을 기피하고 반복적 행위를 줄여서 효율성을 찾고자 하는 욕구
2단계: 안전에 대한 욕구	자기보전 욕구	개인적·사회적인 현황에 대해서 기록을 남겨 보전하려는 욕구
	자기보호 욕구	표현 및 참여 욕구의 팽창과 반대로 개인적 사생활 등 사유 정보에 대한 보호 욕구 증가
3단계: 애정과 소속 욕구	소통 욕구	다른 사람과 정보를 나누며 공유하고 공감하고자 하는 욕구
4단계: 자존감 욕구	표현 및 참여 욕구	적극적인 개인 의사 표현 및 다양한 형태의 정치 경제 사회 문화 분야에 대한 참여 욕구
5단계: 자아실현 욕구	호기심 충족 욕구	미지의 대상에 대한 궁금증 해소 욕구
	창작 욕구	새로운 공간에 대한 상상을 직접 눈에 보이는 공간으로 만들어내고자 하는 욕구

자료 : 저자 작성

(2) 체감 욕구

지도를 단순히 시각적으로 보는 데 만족하지 않고, 직접 만지고 느끼는 형태로 인식하고자 하는 욕구로, 시각, 청각, 후각, 촉각 심지어 미각까지 느낄 수 있는 공간정보를 요구하고 있다. 가상현실(VR) 체험관⁶⁾에서 4D 체험관⁷⁾에 이르기까지 체감에 대한 소비자 요구는 점점 증가하는 추세다. 체감 기술과 공간정보가 결합하면 새로운 서비스가 생겨난다. 예를 들면 음식점의 향기와 테마 음악을 미리 체감해 본 후 방문을 결정하거나, 아마존 밀림 속의 눅눅한 습기와 온갖 동물 소리를 실제 공간과 유사한 느낌으로

6) 헤드셋형 VR장비 등을 활용한 VR 체험공간을 상업화한 사업모델이 출현하여 운영 중임. 예) 브이알플러스(www.vr-plus.co.kr, 2018.1.4. 검색) 등

7) 시각적인 입체공간 구현에 더하여 공간 진동, 기울이기, 물뿌리기 등의 초보적 수준의 체감 효과를 주는 수준이지만, 관련 기술의 진화에 따른 가상공간과의 융합은 지속 발전할 것으로 전망

체감해 볼 수 있다. 이러한 수요에 부응하기 위하여 공간정보는 오감을 기반으로 하는 ‘공간상황인지(Spatial Context Awareness)’의 기본 인프라로 발전하고 있다.

(3) 무위 욕구

노동을 기피하고 반복적 행위를 줄여서 효율성을 찾고자 하는 욕구로, 로봇과 같은 기계류의 발달을 통해 현재에도 구현되고 있다. 로봇 청소기⁸⁾의 경우 대중화 추세를 보이고 있으며, 테슬라⁹⁾ 등에서 선보이고 있는 자율주행자동차는 시험단계를 거쳐 실용화 단계로 넘어가고 있다. 직접 이동하지 않고서도 해당 공간을 방문하여 쇼핑을 하거나, 콘서트를 관람하거나, 수업을 참관하거나, 휴양을 즐기거나 하는 욕구는 공간정보와 오감을 결합하여 가상공간에서 펼쳐질 것으로 보인다.

(4) 자기보전 욕구

개인적·사회적인 사실을 기록으로 남겨서 보전하려는 욕구를 말한다. 시간별로 축적된 공간정보는 시계열적으로 열람 또는 분석이 가능하기 때문에 국토모니터링 등 공공기관 서비스는 물론 개인적인 기록을 시공간적으로 저장하고자 하는 행위가 확대되는 추세다. 앞으로 기록기술이 발전하면 단순히 데이터를 저장하는 정도에서 현실 공간을 복제하는 정도로 상세하게 기록할 것으로 전망된다. 이렇게 기록된 데이터는 현황분석 및 예측 등에 활용되어 재난안전, 환경보전, 자원관리 등 다양한 분야에서 활용될 전망이다. 최근에는 일반적인 기록과 함께 개인의 행적 등을 사진이나 지도 등을 이용하여 기록하는 추세가 확장되고 있다.

8) 세계적으로 로봇청소기 시장 규모는 2009년 5억 600만 달러에서 2020년에는 30억 달러 선으로 성장(연평균 15% 수준)할 것으로 예측하며, 국내에서도 2008년 3만6000대에서 2016년 25만대 수준의 보급으로 8배 이상 성장한 것으로 파악됨. (<http://news.joins.com/article/22004209>, 2018.1.4. 검색)

9) 전기 자동차에서 시작한 자동차 분야의 혁명을 자율주행자동차로 이어가고 있으며, 현재는 자율주행 3단계 수준(조건부 자동화로, 운전자는 적극적 주행에 개입하거나 주변 상황을 항상 주시하지 않아도 되지만, 항상 직접 주행을 통제할 준비를 해야 하는 수준)에 이르는 것으로 파악됨(www.tesla.com, 2018.1.4. 검색)

(5) 자기보호 욕구

‘표현 및 참여 욕구’의 증가와 함께 개인의 사생활 등 사적 정보에 대한 보호 욕구 역시 증가하고 있다. 이러한 추세는 개인정보가 무분별하게 수집·공유되는 정보화 시대에 대한 반대급부로서 개인의 활동 및 각종 사적 위치정보에 대한 보호 심리가 발동한 것으로 보인다. 개인의 위치정보 기록에 대한 공개 또는 비공개 수준이 다양한 경우의 수로 나누어지고, 이를 공간정보 상에서 열람자, 열람조건, 서비스모델 등에 따라 다양하게 취급하게 될 것으로 보인다. 이러한 서비스 수요 및 공급 트렌드에 맞춘 각종 법규, 규제, 서비스 원칙 등이 더욱 세분화하여 지정될 것으로 전망된다.

(6) 소통 욕구

타인과 정보를 공유하고 공감하고자 하는 욕구로, 대중적으로 정착한 사회관계망(SNS)은 공간정보를 기반으로 더욱 확대되고 있다. 현재 SNS는 혈연, 지연, 학연, 업무상 지인 등으로 이루어지고 있지만 앞으로는 특정 시공간을 중심으로 한 공간 SNS 축으로도 확대 발전할 것으로 전망된다. 페이스북이나 카카오톡스토리, 네이버 밴드 등의 온라인 SNS 서비스와 더불어 ‘마이리틀텔레비전¹⁰⁾’이나 ‘아프리카TV¹¹⁾’ 등 미디어가 개인 시청자를 실시간 SNS로 연결하는 소통 문화의 가능성을 제시한 바 있다. SNS 플랫폼을 기반으로 관심지역에 대한 정보 공유와 소통이 활성화될 것이며, 이는 ‘표현 및 참여 욕구’와 맞물려 소통을 위한 공유지도 형태로 출현할 것으로 전망된다.

10) <http://www.imbc.com/broad/tv/ent/littletv/> (2018.1.4. 검색)

11) <http://www.afreecatv.com/> (2018.1.4. 검색)

(7) 표현 및 참여 욕구

적극적인 개인 의사 표현 및 다양한 형태의 정치 경제 사회 문화 분야에 대한 참여 욕구로, 자신의 생각에 대한 공감을 요구하고 타인의 인정을 받길 원하며 이로써 정보를 제공하고자 하는 이타적인 욕구를 표출하게 된다. 이러한 욕구는 수동적인 정보이용자에 그치지 않고 적극적으로 정보생산과 사용자로 활동하기 쉬운 정보생산 환경을 요구하게 될 것으로 전망된다. 이러한 정보의 공유 및 참여 현상은 지도 분야에서 볼 때 오픈스트리트맵¹²⁾, 구글의 지역가이드¹³⁾ 등의 형태로 나타나고 있으며, 인간의 자아표현 욕구 및 타인으로부터의 인정 욕구와 결부하여 지속적으로 발전할 것으로 전망된다.

(8) 호기심 충족 욕구

지도를 통해 미지의 공간에 대한 궁금증을 해소하려는 욕구는 과거부터 현대에 이르기까지 그래왔듯이 미래에도 역시 계속될 것으로 전망된다. 특히 교육 분야나 인문 분야에서 공간정보와 결합된 호기심 충족 노력은 확대될 것이다. 직접 가볼 수 없는 공간에 대한 호기심은 현재에도 오지, 해저, 지구 밖 우주행성 등으로 확대되어 공간정보로 구축되고 있다. NASA에서는 화성 지도를 공개한 바 있으며¹⁴⁾ 교육용 지도로는 구글 인 에듀케이션¹⁵⁾, USGS 에듀케이션¹⁶⁾ 등 지도를 통한 교육 콘텐츠 제공 사례가 있다. 현실에 존재하지 않는 상상 속의 공간에 대한 인간의 호기심은 무한정 확장될 것이며, 이로 인한 공간의 확장은 시공간을 초월한 다양한 형태의 지도로 나타날 전망이다.

12) <https://www.openstreetmap.org/>(2018.1.4. 검색)

13) <http://maps.google.com/localguides/>(2018.1.4. 검색)

14) NASA에서 제공하는 화성 지도 (<https://marstre.k.jpl.nasa.gov/index.html>, 2018.1.4. 검색)

15) edu.google.com(2018.1.4. 검색)

16) education.usgs.gov(2018.1.4. 검색)

표 3-4 | 미래 인간의 욕구 등 SWIH에 대한 미래 공간정보 예측

지도에 대한 욕구	WHY (인간욕구)	WHO (사용자)	WHEN (시간요소)	WHERE (공간요소)	HOW (기술요소)	WHAT (공간정보종류)
이동 욕구	공간 및 시간 이동 욕구 충족	이동 욕구를 가진 사용자	현재 및 과거 시간을 포함	이동하고자 하는 장소	VR 기술과 시계열 공간정보 결합	실세계와 유사한 VR 체험지도 형태 출현
체감 욕구	정보에 대한 체감 욕구 충족	체감 욕구를 가진 사용자	실시간 반응 가능	체감 대상 장소	시각적인 VR 기술에 정각, 후각, 촉각 등 체감기술을 결합	체감 공간정보 출현
무위 욕구	육체적 활동이나 노동 최소화 욕구 충족	무위 욕구를 가진 사용자 및 이의 활동을 대행할 기계(장비) 포함	현 상황 판단을 위해서 실시간과 가장 근접	행동 반경에 포함되는 공간	사용자 패턴분석, 빅데이터 처리, 머신러닝, MMS 등 기술을 결합	사용자 맞춤형 기계(장비)를 위한 지도 활성화
자기보전 욕구	기록을 남겨 보전하려는 욕구 충족	자기보전 욕구를 가진 사용자	기록을 남기고자 하는 시점을 포함	기록 대상 공간	시공간정보 처리 및 저장 기술	2D, 3D 형태의 다양한 주제별 시계열지도 및 개인 히스토리맵 서비스 출현
자기보호 욕구	사적 정보에 대한 보호 욕구 충족	자기보호 욕구를 가진 사용자	-	-	정보보안 및 보호기술	공간정보 보안 및 보호에 대한 규정
소통 욕구	공유 및 공감 등 소통 욕구 충족	소통 욕구를 가진 사용자	공유 및 공감하고자 하는 시간	공유 및 공감 대상 공간	진화된 SNS 플랫폼 기술을 활용	위치정보 포함 SNS형 서비스 확대
표현 및 참여 욕구	개인 의사 표현 및 사회 참여 등의 욕구 충족	표현 및 참여 욕구를 가진 사용자	사용자 현 시점의 관심시간	정보 표현 및 참여를 하고자 하는 공간	위치정보 결합 정보 생산·참여 기술을 활용	위치정보 및 공간정보 공유형 지도 저변 확대
호기심 충족 욕구	미지의 대상 및 교육 등 호기심 충족 욕구	호기심 충족 욕구를 가진 사용자	다양한 인문학 대상의 시간요소	오지, 지하시설, 해저, 지구 밖 우주행성 등 각종 인간의 호기심 대상공간	물리적 실세계 지도 기술을 차용한 가상공간 지도화 기술 및 교육 서비스 기술 등과 결합	호기심을 충족시킬 다양한 주제의 현실·가상세계 지도 제작
창작 욕구	새로운 공간에 대한 창작 욕구 충족	창작 욕구 및 새로운 공간 내 생활 욕구를 가진 사용자	상상 속의 시간대	상상력에 의해 창조된 공간	현실을 담은 가상공간 제작 기술 및 운영 기술	실제 공간처럼 생활이 가능한 가상공간의 출현

자료 : 저자 작성

(9) 창작 욕구

새로운 공간에 대한 상상을 직접 눈에 보이는 공간으로 만들어내고자 하는 욕구로, 이는 현실에 존재하는 공간만을 대상으로 하는 것이 아니라 인간의 상상력에 의해 창조되는 다양한 공간을 실제 공간처럼 만들어 내고자 하는 행위를 말한다. 세컨드라이프¹⁷⁾에서 선보인 것처럼 현실세계와 유사하게 구성된 가상공간에 접속하여 실생활과 비슷한 활동을 할 수 있는 서비스가 제공되고 있다. 단순히 가상공간을 만들어 사용자 아바타(Avatar)를 통해 간접 체험하는 데 그치지 않고 이동, 체감, 소통 등의 욕구 실현이 가능한 현실적인 가상공간을 창조하여 그 속에서의 또 다른 삶을 영위하려고 할 수도 있다. 영화 매트릭스(Matrix)에서 보여준 가상공간에서의 삶 역시 더 이상 비현실적이지는 않을 것으로 보인다.

5) ‘사람 중심’의 공간정보 미래 수요 전망

(1) 기술의 발전이 공간정보의 욕구를 증폭

생리적 욕구, 안전에 대한 욕구에서부터 자아실현의 욕구에 이르기까지 전반적인 인간의 욕구에 따라 다양한 공간정보를 요구하고 있다. ICT 분야의 기술발전은 지도에 대한 인간의 욕구에 대한 실현 가능성을 한층 높여 주고 있어, 앞으로 인간의 욕구를 더 부추길 것으로 전망된다. 사물인터넷이 일반화되면서, 사람은 물론 기계가 스스로 지도를 보기를 원하는 형태로 발전하며, 사람의 욕구는 물론 기계를 통해 이루고자 하는 사람의 욕구를 담보하는 형태로 공간정보에 대한 요구사항이 증폭할 것으로 예상된다.

과거에는 인간이 지도를 작성하고 이용하였으나, 현대 기술의 발달로 인간이 기계를 이용해서 지도를 작성하고, 기계를 통해서 지도를 이용하는 양상으로 발전하고 있다. 이동수단을 이용한 지도제작 기술 MMS(Mobile Mapping System)은 기계가 인공지능

17) 미국 린튼랩 사에서 2003년 선보인 가상현실 게임 서비스, secondlife.com(2018.1.4. 검색)

을 이용하여 직접 지도를 만들게 될 것이다. 자율주행자동차는 사물이 주변정보를 수집·분석·활용하는 대표적인 형태로, 무인 이동체의 수가 늘어날수록 사람이 아닌 기계가 스스로 실시간 지도를 만들게 될 것이다. 최근에 출시된 청소로봇은 스스로 실내 지도를 만들어서 청소를 하는데 활용하고 있다. 이와 같은 기계에 의한 공간정보의 생산과 기계적 용도로의 활용은 초연결사회 도래와 함께 더욱 구체적인 모습으로 전개될 것으로 전망된다.

(2) 시공간이 자유로운 현실과 가상의 융합 공간정보 요구

지도를 제작하는데 상당한 시간이 소요되기 때문에 엄밀히 말하면 활용시점의 지도는 이미 과거의 정보를 담고 있다고 해도 과언이 아니다. 그러나 자율주행자동차와 같이 불과 몇 분 전에 상황을 즉각 반영하기 위해서는 실시간 지도가 필요하며, LDM(Local Dynamic Map)은 이러한 추세를 반영하고 있다. 앞으로는 공간빅데이터를 이용한 추론과 인공지능 기술을 이용하여 실시간 변화를 반영한 공간정보가 만들어지고 이를 활용하게 될 것이다. 특정 시점의 지도를 열람하는 데에서 나아가 시간의 이동이 자유로운 형태의 4차원적 공간정보가 도입될 것으로 전망된다.

다른 세상을 들여다보는 ‘창(窓)’의 역할을 했던 지도는 더 이상 관심의 대상이 아니다. 이제는 아바타를 통해서 내가 직접 공간을 거닐고 만지는 것처럼 느끼는 환경을 제공하는 실제공간을 닮은 ‘가상 공간화’가 진행되고 있다. 현실공간을 지도 형태로 모사(摹寫)하는 수준에서 현실 그 자체를 공간화하여 전이(轉移)하는 형태로 발전하게 될 것이다. 물리적인 실재(實在) 공간 위주의 공간정보에서 나아가, 가상의 공간정보까지 현실공간과 끊임 없이 인식하게 되는 융합공간으로 발전할 것으로 전망된다.

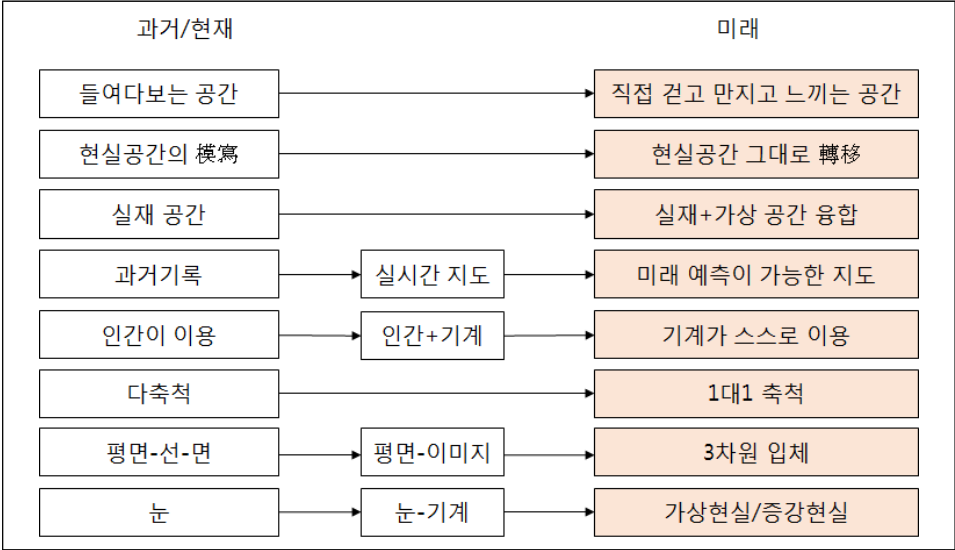
(3) 체감할 수 있는 지능공간 수요 증가

실제공간과 가상공간의 경계가 객체 및 위치 정보를 매개체로 이음새 없는 형태가 되면서 물리공간과 가상공간이 혼재되어 활용될 것으로 전망된다. 가상현실과 증강현

실 기술에 의한 시각적 가상공간이 각종 센서, 디스플레이, 디바이스 등의 발달과 더불어 실제 체감(Tangible)할 수 있는 공간으로 다가올 것으로 예상된다. 인공지능 기술을 활용하면 공간에 대한 상황의 파악과 판단, 추론, 의사결정을 손쉽게 할 수 있을 것이다.

지도는 단순히 시각적 정보 제공에 머물지 않고 청각, 후각, 촉각 등 감각을 포함한 현실적 공간을 닮아갈 것으로 추측된다. 높은 정밀도를 추구하고 있는 지도는 점차 현실공간과 유사한 형태의 1:1 축척 지도로 수렴할 것으로 전망된다. 3차원지도로 현실공간을 모사했던 것에서 나아가 실내, 지하, 해저, 우주 등 눈으로 보기 어려운 공간을 정보화 하여 가시화할 것이며, 여기에 시간 축이 결부된 4차원 지도 형태가 현실화될 것으로 전망된다. 또한, 현실공간에 대한 공간정보화에 머물지 않고, 현실을 초월하고자 하는 다양한 인간의 욕구를 수용한 가상공간 출현이 예상되며, 이는 VR 기술 및 홀로그램 기술 등과 결부하여 현실공간처럼 여길 수 있는 지적욕구 충족의 장이 될 것으로 전망된다.

그림 3-2 | 인문학적 관점에서 본 공간정보의 미래



자료 : 저자 작성

2. 공간 데이터 및 기술의 발전 전망

최근 자율주행자동차를 위한 정밀도로지도와 드론의 활용을 지원하기 위한 드론길 구축 등의 사업이 추진되고, 4차 산업혁명이나 인공지능 관련 사업을 발굴하면서 공간 정보의 기능과 역할에 대한 논의가 가중되고 있다. 또한, 공간정보를 기반으로 하는 사물인터넷(Geo-IoT), 공간정보를 활용한 가상현실(VR)과 증강현실(AR)의 구현과 활용에 관심이 집중되면서, 이들 기술과 공간정보 간의 관계와 융합 메커니즘에 대한 궁금증이 증가하고 있다. 이와 같은 새로운 기술과 공간정보의 융복합의 메커니즘을 이해하기 위해서는 공간정보의 가장 기본적인 핵심적인 요소를 이해해야 한다. 아울러 공간정보의 생산과 활용에 영향을 미치는 정보통신기술, 소프트웨어기술 등과의 관계를 종합적으로 이해할 필요가 있다.

공간정보의 핵심요소가 과거부터 지금까지 어떻게 발전해 왔으며, 앞으로 어떻게 발전해 갈 것인지에 대한 이해가 부족하면 단기적이고 단편적인 사업에 치중할 수밖에 없고, 이는 공간정보의 장기적인 발전방향을 저해할 가능성이 있다. 이 연구에서는 공간정보의 핵심요소를 전통적인 관점에서 출발하여 유관기술과 융합하면서 발전해 온 과정을 분석하고, 이를 기반으로 향후 발전해 나아갈 모습을 전망하였다.

1) 전통적 공간정보 기술

‘공간정보’라는 용어는 측량(Survey) → 지리정보(Geographic Information) → 지형공간정보(Geospatial Information) → 공간정보(Spatial Information) 등의 과정을 거쳐 왔으며, 용어의 경계마다 컴퓨터 및 정보통신기술의 발전이 결정적인 역할을 하였다. 컴퓨터 기술이 도입되기 이전까지를 전통적인 공간정보 시기라고 본다면, 이때는 측량 기술이 중심이었다. 컴퓨터 기술이 도입된 이후부터 데이터뿐 아니라 소프트웨어와 하드웨어, 사용자와 제도 등을 포함하는 지리정보시스템(Geographic Information Systems, GIS)으로 발전하였다.

기술의 관점에서 보면, 공간데이터는 측지, 측량, 측위 기술에서 출발하였다. 측지(Geodesy)는 지구의 형상과 곡면, 크기, 중력장 등을 대상으로 지구의 크기와 형태를 확정하는 기술을 말한다. 우주의 끝에서 오는 별의 신호를 이용하는 우주측지(VLBI)기술¹⁸⁾을 이용해서 대륙 간의 위치 등을 정밀하게 측정한다. 측량(Survey)이란 공간상에 존재하는 일정한 점들의 위치를 측정하고 그 특성을 조사하여 도면 및 수치로 표현하거나 도면상의 위치를 현장에 재현하는 것을 말하며, 측량용 사진의 촬영, 지도의 제작 및 각종 건설 사업에서 요구하는 도면작성 등을 포함한다.¹⁹⁾ 측위(Positioning)는 지형과 지물 등 지표면의 위치를 정하는 기술로 주로 위성항법시스템(GNSS)²⁰⁾을 활용하고 있다.

80년대 중반 들어 컴퓨터 기술의 발전으로 GIS 기술이 개발되었고, 이를 계기로 공간정보는 아날로그에서 디지털로 전환되었다. 종전에 하드디스크나 릴 테이프에 보관하던 공간데이터가 수치화되어 데이터베이스에 저장되고 소프트웨어를 이용하여 손쉽게 편집, 수정, 처리, 분석 등이 가능하게 되었다. 데이터베이스관리시스템(DBMS) 기술을 이용하여 공간데이터와 속성데이터를 연계하면서 공간데이터의 활용성이 획기적으로 개선되었다.

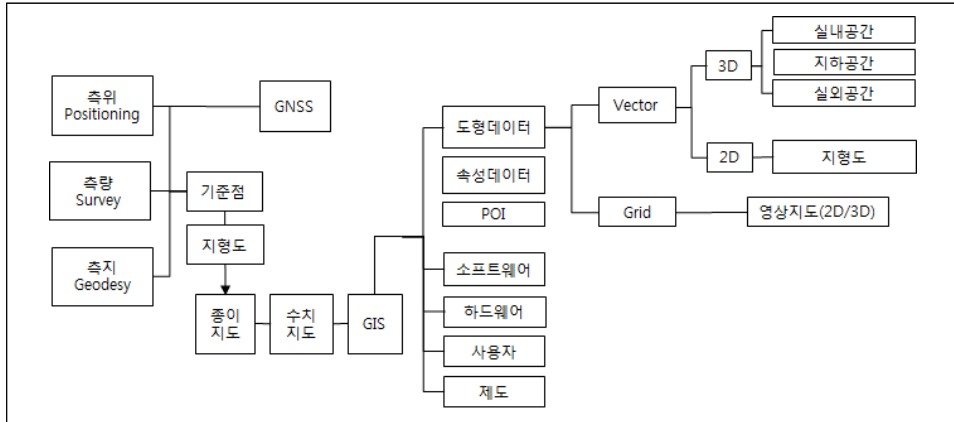
GIS를 계기로 공간정보는 종전의 측량이라는 단순한 기술에서 소프트웨어, 하드웨어 등과 같은 컴퓨터 기술을 활용하기 시작하였으며, 여기에 사용자와 관련제도 등의 요소를 포함하는 일련의 시스템으로 발전하였다. GIS의 도입과 활용이 본격화되면서 국가별로 공간정보인프라(National Spatial Data Infrastructure, NSDI)를 구축하게 되었으며, 우리나라는 국가GIS에서 국가공간정보인프라로 확대·발전하게 되었다.

18) 초장기선 간섭 관측법(Very Long Baseline Interferometry)으로, 수십억 광년에 있는 퀘사(QUASAR, 전파성)의 평면전파가 지구상 2대의 안테나에 도달하는 시간차(지연시간)를 이용하여 두 지점간의 거리(Baseline)를 기하학적으로 산출하는 우주측지 기술을 말함(https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%B4%88%EC%9E%A5%EA%B8%B0%EC%84%A0_%EA%B0%84%EC%84%AD_%EA%B4%80%EC%B8%A1%EB%B2%95, 2018.1.4.검색)

19) 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제 2조

20) “전지구 위성항법 시스템(GNSS (Global Navigation Satellite System)은 우주궤도 상에 수 십 개의 위성군을 일정한 형상으로 배치하여, 항상 전 지구를 커버할 수 있도록 하여 위성에서 발신한 전파를 이용하여 지구상의 사용자에게 언제 어디서나 누구에게나 위치, 고도, 속도, 시간정보를 제공할 수 있도록 하는 시스템이다”.(http://spaceweather.rra.go.kr/gnss/html/korean/sub01/sub01_01.jsp, 2017.11.29. 검색)

그림 3-3 | 전통적 공간정보 기술



자료 : 저자 작성

3) 공간정보 기술의 발전과정과 전망

(1) 공간데이터의 발전과 전망

공간정보산업은 데이터를 생산·구축하는 부문과 데이터를 활용하는 부문으로 크게 구분할 수 있으며, 이 중에서도 데이터의 구축이 가장 기본적이면서도 중요한 부문에 해당한다. 공간데이터는 크게 도형데이터, 속성데이터 그리고 지형지물이나 시설물의 위치와 명칭을 나타내는 관심지점(Point of Interest, POI)가 있다. 도형데이터는 데이터의 형식에 따라 벡터 데이터(Vector Data)와 그리드 데이터(Grid Data)로 구분되며 모든 데이터는 2차원 또는 3차원으로 표현된다. 그리드 형식의 이미지 데이터는 항공기와 위성, 드론, 지상모바일 심지어 스마트폰 등으로 수집한 영상정보를 포함하며 소형위성과 드론을 이용한 영상정보 수집 경향이 크게 증가하고 있는 추세다.

최근 들어 대형건물의 재난대비, 방문객 길안내, 사물인터넷을 이용한 상업서비스 등을 위하여 실내공간정보 활용이 늘어나면서 다양한 기술이 개발되고 있다. 5G와 저비용 센서를 기반으로 사물인터넷의 활용이 본격적으로 진행될 경우 사무실, 주택, 상점 등 소형공간에 대한 실내공간정보 수요가 크게 늘어날 것으로 예상되며, 이를 위해 사용자

가 직접 공간정보를 제작하는 기술과 플랫폼이 출현할 것으로 예상된다. 잦은 도로함몰(Sink Hole) 발생 등으로 인하여 지하시설물 지도에 대한 수요도 증가하고 있다.

센서와 네트워크 그리고 인공지능 기술의 발달로 인하여 스스로 주변상황을 인지·판단하여 이동하는 자율이동체가 속속 개발되고 있으며, 이로 인하여 공간정보의 새로운 수요가 발생하고 있다. 자율주행자동차, 자율주행트랙터, 배달로봇 등이 안전하게 목적지까지 운행하기 위해서는 정밀한 지도가 필요하다. 자율주행자동차 비율이 높아질수록 이들이 필요로 하는 공간정보는 실시간으로 제공되어야 하며, 사람이 공간정보를 수집하던 종전의 방식에서 자율주행자동차가 스스로 정보를 수집해서 실시간으로 업데이트하는 라이브 맵(Live Map)이 발전할 것으로 예상된다. 사람이 보고 판단하도록 만들어진 도로나 시설물의 표식 등은 앞으로 센서가 쉽게 인지할 수 있도록 특수한 도로나 표식 등으로 바뀌게 될 것으로 전망이다.

드론과 자동차가 결합된 형태의 ‘날아다니는 자동차’가 등장한다면 3차원 공간 전체를 정밀하게 표현할 수 있는 그리드(Grid) 또는 큐빅(Cubic) 형태의 지도가 필요할 것으로 전망된다. 현행 3차원 공간데이터는 주로 고정된 형태의 지형지물이나 시설물의 높이 값을 단순히 표현하고 있다. 그러나 비행체와 같이 공간을 자유롭게 움직이는 물체를 가이드하거나 안전하게 보호하기 위해서는 정밀하고 정확한 3차원 공간정보가 요구된다.

(2) 측위기술의 발전과 전망

측위기술은 위성항법시스템(GNSS) 이전과 이후로 크게 구분되며 우리나라는 미국의 GPS 위성을 활용하면서 획기적으로 개선되었다. 미국이 군사용으로 개발·사용했던 GPS를 1983년 민간에 개방하면서 우리나라도 GPS를 활용하게 되어 오늘에 이르고 있으며, 현재는 모든 위성항법시스템이 무료로 개방되어 있다. 2016년 6월 기준으로 우주에는 105개의 항법위성이 운항되고 있으며, 대표적인 위성항법시스템은 미국의 GPS, 러시아 GLONASS, 유럽의 GALLIEO, 중국의 BEIDOU가 있다. 선진국들은 국방이나 상업적 목적으로 독자적인 위성항법시스템 확보를 위해 애쓰고 있으며 우리나라는 유

럽의 갈릴레오 프로젝트에 참여하고 있다.

측위기술은 실외와 실내로 구분되며 실외는 위성항법시스템을 이용하지만 실내는 무선네트워크, 지자기 등을 이용한 다양한 측위기술을 개발하는 동시에 실내의 위치정보를 끊임 없이 연결하는 기술도 개발하고 있다. 최근 들어 사물인터넷 기술의 활용이 본격화되면서 실내측위에 대한 관심이 높아지고 있으며, 모바일 서비스를 위해 정확성 제고를 위한 기술개발이 진행 중이다. 자율주행자동차 등 자율이동체를 지원하기 위해서는 센티미터급 정확도를 가진 위치정보를 도심과 산간지역을 포함하는 모든 지역에 안정적으로 제공해야 한다. 위치정보를 기반으로 하는 사물인터넷 서비스 즉, Geo- IoT 비즈니스에 대한 관심이 증가하고 있으며, 위치기반 서비스(LBS), 온라인과 오프라인을 연계한 서비스(O2O)의 핵심으로 위치정보는 경제적 가치가 점점 커지고 있다.

(3) 지도서비스의 발전과 전망

지도는 공간정보를 표현하는 방식의 하나지만 일반인들에게 가장 대표적인 공간정보로 인식되고 있으며, 정보통신기술의 발달에 힘입어 과거의 종이지도에서 현재는 비즈니스 플랫폼으로 비약적 발전을 거듭하고 있다. 지도는 투영방식, 지형지물의 형상과 크기, 경위도 위치, 지명과 시설물 이름 등이 포함되어 있는 종합적인 공간정보이며, 지금까지 지도의 발전과정을 통해서 공간정보의 발전을 이해하고 전망할 수 있다. 지도는 과거 손으로 그린 고지도(古地圖)에서 기계로 만든 종이지도를 거쳐 컴퓨터 기술에 의한 수치지도로 발전해 왔으며, GPS와 함께 스마트폰을 통해 생활서비스로 깊숙이 자리 잡게 되었다.

지도서비스는 종이지도, 포털서비스, 웹서비스, 모바일서비스를 거쳐 지금은 맵 플랫폼으로 발전하였으며 Map API를 이용하여 누구나 쉽게 활용할 수 있는 환경이 되었다. 지도를 기반으로 다양한 서비스를 제공하는 한편 사용자들로부터 빅데이터를 수집하여 새로운 비즈니스를 창출하는 ‘맵 플랫폼’은 ‘플랫폼 경제’의 대표적 사례로서 글로벌 기업 구글(Google)을 비롯한 국내 네이버(NAVER), 다음(DAUM)은 물론 SK, KT 등과 같은 인터넷기업은 지도 플랫폼에 막대한 자금을 투자하고 있다.

3) 최근 주요 이슈와 공간정보의 관계

최근에 이슈가 되고 있는 ICBM(IoT/Cloud/Big Data/Mobile), AI, VR, AR, 4차 산업혁명 등과 공간정보의 관계를 파악하고, 이에 부응하는 공간정보의 발전방안을 모색하기 위해서는 공간정보 뿐만 아니라 정보통신기술 등 유관기술 및 활용분야와의 융복합 메커니즘을 이해해야 한다(<그림 3-4> 참조).

(1) 사물인터넷과 공간정보

사물인터넷은 사물이나 기기들이 인터넷으로 서로 연결된 것을 말하며 커넥티드 카(Connected Car)를 대표적인 사례로 들 수 있다. 인터넷에 연결된 모든 센서와 기기는 주변의 공간적 상황을 인식해야 정보 활용의 효율성을 높일 수 있기 때문에 위치를 포함한 공간정보는 매우 중요하다. 위치를 기반으로 하는 IoT 서비스 즉, Geo-IoT가 새로운 산업영역으로 주목받고 있으며, 실내 3차원 공간정보와 실내측위 기술이 핵심적인 역할을 하고 있다. 사물인터넷은 공간정보의 기반 위에서 완전하게 구현될 것이다. 예를 들면 도시의 안전을 위하여 CCTV, 건물, 시설물 등을 서로 인터넷으로 연결하여 모니터링 할 경우, 이들 시설물과 기기들이 공간정보를 기반으로 하지 않으면 위치와 주변환경 등 공간적 상황을 이해할 수 없다. 범인의 도주로를 추적하는 기술은 공간정보 기반 위에서 가능하다. 따라서 건물이나 블록, 단지, 도시 등 사람의 활동공간을 대상으로 하는 사물인터넷 서비스는 반드시 공간정보가 필요하다. 또한 고객을 대상으로 하는 IoT 서비스가 대부분 실내에서 이루어진다는 특성 때문에 실내 3차원 공간정보와 실내측위 기술이 IoT 서비스의 핵심기술로 부상하고 있다.

(2) 클라우드와 공간빅데이터

클라우드 컴퓨팅은 하드웨어, 소프트웨어 등 전산자원의 효율적 활용, 언제 어디서든 활용이 가능한 점 그리고 유지관리의 경제성 등으로 인해 보안에 대한 우려에도 불구하고

고 공공과 민간부문의 도입이 급증하고 있다. 특히 다양한 자원에서 실시간으로 들어오는 빅데이터를 효과적으로 저장하고 활용하는 측면에서 클라우드가 주목받고 있다. 스마트폰과 내비게이션 등 모바일 기기의 사용이 보편화되면서 사용자가 생성하는 엄청난 데이터를 수집하여 클라우드에 저장하고, 이를 활용하여 새로운 비즈니스 모델을 만들고 있다. 위치정보는 다양한 소스를 통해서 수집되는 빅데이터를 연계하는 중요한 역할을 한다. 위치 값을 가지고 있는 데이터는 지도에 매핑이 가능하고 공간분석을 통해서 패턴과 특성 등을 분석할 수 있다. 빅데이터의 공간분석을 위해서는 데이터에 위치정보가 반드시 포함되어야 한다. 데이터를 수집할 때 위치 값을 포함하거나 추후에 지오코딩(Geo-coding) 등을 통해서 위치정보를 부가할 수 있다. 특히, 위치기반서비스나 온오프라인(O2O) 서비스를 통해서 생성되는 사용자 정보는 온전히 위치 값을 가지고 있어, 공간빅데이터로써의 활용가치가 매우 높으며 맵 플랫폼의 활용도가 커지면서 공간빅데이터의 양도 크게 늘어날 것으로 전망된다.

(3) 인공지능과 공간정보

실시간으로 유입되는 엄청난 양의 데이터를 사람이 일일이 분류하고 분석하여 의미를 추출하는 것은 사실상 불가능하다. 구글은 2016년에 10억 개의 유튜브 창을 열어 무작위로 200x200 픽셀의 캡처하면 1000만개를 인공지능망을 이용하여 3일간 학습시킨 결과 고양이의 얼굴을 인식하는 획기적 성과를 얻었다.²¹⁾ 공간정보와 인공지능의 융합은 이미지 데이터에서 성과를 거둘 가능성이 매우 높다. 자율주행자동차에 장착된 센서와 드론, 항공기, 인공위성에서 생성되는 이미지 데이터 이외에도 스마트폰으로 찍은 사진 등을 종합적으로 활용하여 인공지능 기술을 적용하면 실시간으로 공간상에서 벌어지고 있는 상황을 인식할 수 있을 것으로 전망된다.

자동차에 장착되는 센서의 수가 점차 늘어나고 드론이나 소형 위성을 이용한 이미지 데이터 수집이 실시간으로 이루어지고 있는 추세를 감안하면 멀지 않아 인공지능을 통

21) 한겨레, ‘고양이 얼굴’ 알아본 인공지능, 움직임까지 예측,
http://www.hani.co.kr/arti/science/science_general/777909.html (2017.6.30. 검색)

한 실시간 정보생성이 가능할 것이다. 인공지능을 효과적으로 활용하기 위해서는 데이터 마이닝 기술과 알고리즘 그리고 모델링 기술 등이 함께 개발되어야 한다.

(4) AR/VR과 공간정보

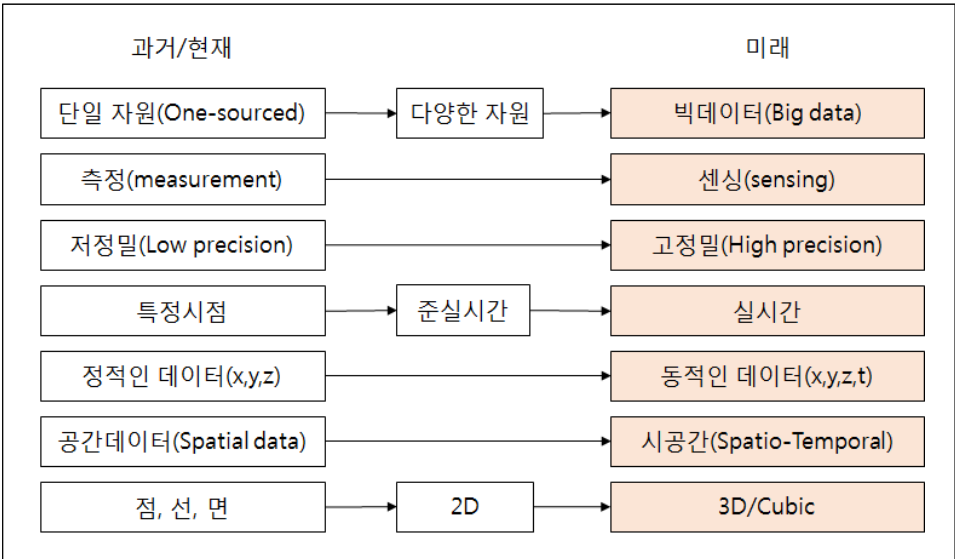
증강현실은 현실세계 위에서 가상적인 환경을 체험하는데 비해 가상현실은 가상공간에서 현실과 같은 상황을 체험하는 것을 말한다. 전 세계적으로 선풍적인 인기를 끌었던 ‘포켓몬 고’는 지도를 기반으로 증강현실 기술을 이용한 대표적인 스마트폰 게임이다. 증강현실 기술을 이용하면 현실공간에 존재하는 건물과 시설물 등에 관한 다양한 정보를 파악할 수 있으며 이들을 이용하여 재미있는 게임 등을 할 수 있다. 가상현실 기술을 이용하면 실제로 건물에 들어가지 않으면서 건물에 들어온 것과 같은 체험을 할 수 있기 때문에 소방훈련이나 시뮬레이션 등과 같은 용도로 활용할 수 있다. 증강현실이나 가상현실 기술은 정보의 제공뿐만 아니라 다양한 체험과 게임 등에 활용되고 있으며, 미래의 비즈니스 영역을 각광받고 있다. 증강현실이나 가상현실 기술은 모두 현실에 기반하고 있기 때문에 현실을 모사하기 위한 공간데이터를 필요로 한다. 실내외 3차원 공간정보를 증강현실이나 가상현실의 중요한 자원으로 활용되어 향후 수요가 매우 증가할 것으로 예상된다.

4) 데이터 관점에서 본 공간정보의 발전 전망

지금까지 살펴본 공간데이터의 발전 과정과 전망을 종합하면 <그림 3-5>와 같다. 데이터의 수집, 저장, 가공, 전송 등과 관련된 센서기술, 정보통신 기술, 데이터 기술, 컴퓨팅 기술 등의 발전에 힘입어 공간정보는 더 정확·정밀하고 사용자가 편리하게 활용할 수 있는 환경으로 발전하고 있다. 센서 및 계측 기술과 이종 데이터의 융합기술로 인하여 다양한 자원을 통합적으로 활용하여 공간정보를 생산하게 될 것이다. 예를 들면, 위성영상, 항공사진, 차량, 드론, 스마트폰 등으로 수집한 빅데이터를 종합적으로 활용하여 보다 완성도 높은 공간정보를 생산하게 될 것으로 전망된다. 지금까지 지형지물의

정태적 모습을 표현하던 공간데이터는 시간요소를 포함한 다이내믹한 시공간 상황정보를 얻을 수 있는 방향으로 발전하고 있다. 그리고 자율주행차, 드론, 로봇 등 자율운행 기기의 공간정보 수요에 부응하기 위해 점차 데이터의 정확도와 정밀도를 높여갈 것으로 전망된다. 지금까지는 공간상의 지형지물을 2차원 또는 3차원으로 표현하였지만 앞으로는 비어 있는 공간에 대한 좌표체계를 도입하여 도심을 날아다니는 드론 등에도 대비하게 될 것이다.

그림 3-5 | 공간데이터의 미래 발전 전망



자료 : 저자 작성

3. ICT 관점에서 본 공간정보 발전전망

1) ICT 기술의 발전 방향

ICT 기술의 발전방향은 크게 서비스 환경과 네트워크 환경 그리고 핵심기술의 변화로 구분할 수 있으며, 각 부문별 발전방향은 다음과 같다.

첫째, ICT 서비스 환경은 데스크탑 기반의 클라이언트-서버, 웹 기반의 인터넷 비즈니스 환경에서 최근 ICT 융합 비즈니스, 모바일 비즈니스, 플랫폼 비즈니스 환경으로 발전되어 왔다. 현재 ICT 서비스는 제조, 물류, 국방, 교육, 재난재해 등 전통적인 산업과의 융합서비스가 활발히 개발되고 있다. 앞으로는 다양한 스마트 기기와 웨어러블 등을 활용한 실시간 모바일 비즈니스가 활성화 될 것으로 예상된다. 가까운 미래에는 물리공간과 ICT 기반의 가상공간이 완전히 통합되어 온오프라인 서비스, AV/VR 기반 상호작용 서비스, 맞춤형 인공지능 플랫폼 서비스 등이 크게 활성화 될 것으로 예상된다.

둘째, 유무선 네트워크 환경은 획기적으로 개선될 전망이다. 무선 이동통신은 단순히 전화나 문자를 주고받던 수준에서 화상·인터넷·멀티미디어 서비스가 가능한 수준으로 발전되었다. 사물인터넷 네트워크는 데이터 전송속도와 가용범위 등에서 한계가 있었다. 그러나 최근 LoRa, NB-IoT, LTE-M 등과 같이 전송속도, 통신영역, 통신비용 측면에서 뛰어난 기술들이 발표되면서 IoT 서비스 활성화에 크게 기여를 하고 있다. 이러한 유무선 이동통신 분야에서는 5G, 인터넷, WiFi, IoT 등이 융합되어 언제 어디서나 대용량 데이터를 실시간으로 처리할 수 있는 초연결이 될 것으로 예상된다. 특히, 스마트폰, 웨어러블 등의 모바일 기기와 초연결 네트워크가 융합되어 본격적인 모바일 비즈니스 혁명이 나타날 것으로 예상된다.

셋째, 데이터 처리 분야는 데이터의 저장, 관리, 검색을 위한 객체 관계형 DBMS에서 실시간 스트림 처리, 이벤트 처리, 빅데이터 분석 기술로 발전하고 있다. 대용량의 분산 데이터를 효율적으로 처리하기 위하여 기존의 웹 기반 클라이언트-서버 기술을 개선한 클라우드 컴퓨팅 기술도 활발히 이용되고 있다. 향후, 데이터 처리 기술은 인공지능과

같은 사용자 맞춤형 서비스를 제공하기 위하여 빅데이터 분석 및 상황인지 마이닝(Mining)을 통하여 미래 결과에 대한 추론 및 예측 기술로 발전할 것으로 예상된다.

넷째, 소프트웨어 분야는 XML, Javascript, RIA 기반의 웹 기반 소프트웨어 기술과 스마트 기기를 활용한 모바일 앱 소프트웨어 기술이 급격히 발전하고 있다. 또한, 각 산업 분야별로 적용하기 위한 인공지능, 로봇, 자율주행자동차, 스마트 시티 등 다양한 ICT 융합 소프트웨어 기술도 크게 발전하고 있다. IoT, 위치기반서비스(LBS), 온오프라인서비스(O2O), 스마트시티, 자율주행자동차 등의 분야에 적용 가능한 플랫폼 소프트웨어 기술에 대한 관심도 크게 증가하고 있다.

향후, ICT 핵심 소프트웨어 개발에서는 지능형·융합형 ICBM 플랫폼 기술, 차세대 컴퓨팅시스템 기술과 자가학습 및 지식축적, 사용자와 의사소통, 지식공유 및 협업, 문제해결이 가능한 지능 진화형 인공지능 기술 개발이 더욱 활발히 추진될 것으로 예상된다. 또한, ICT 핵심 소프트웨어 기술 확보와 더불어 신속한 서비스 시장 확보를 위하여 다양한 소프트웨어 플랫폼 확보에 많은 투자를 진행할 것으로 예상된다. 예를 들어, IoT 플랫폼, 공간정보 플랫폼, LBS 플랫폼, O2O 플랫폼, 자율주행차량 플랫폼, 스마트 시티 플랫폼, 인공지능 플랫폼 등에 대한 고도화와 플랫폼 사용자 확보에 많은 노력을 기울일 것으로 예상된다.

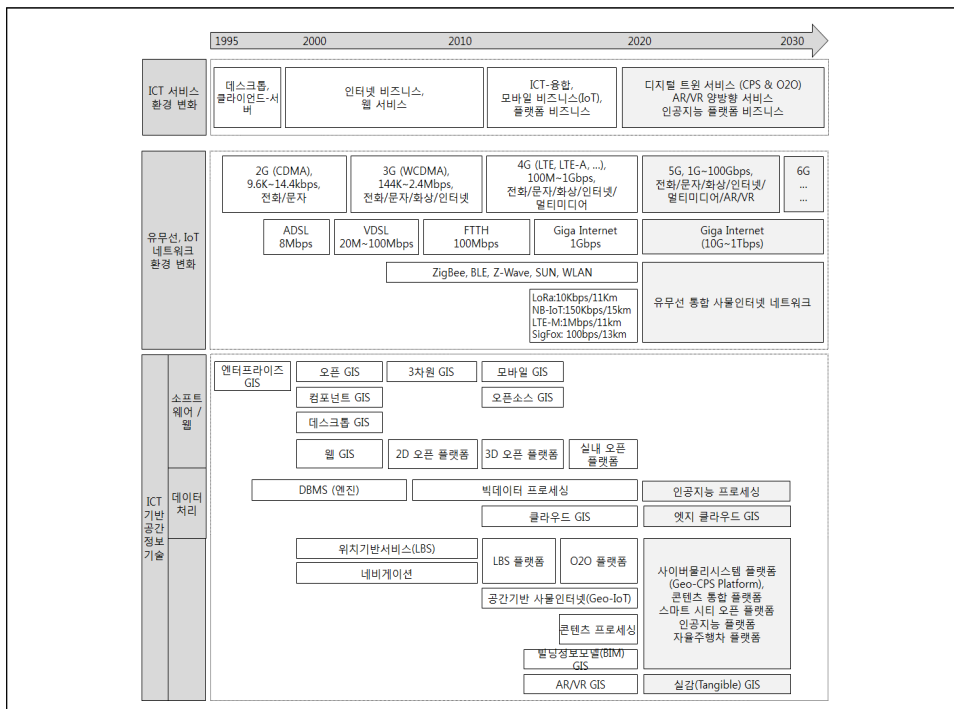
2) ICT 발전에 따른 공간정보 기술의 변화

90년대 중반 이후 정보통신 기술을 활용한 공간정보 기술개발과 표준화 연구가 활성화됨에 따라, 정보통신 기술과 공간정보 기술의 관계가 매우 높아졌다. 특히, 클라이언트-서버 기술, 컴포넌트 프로그래밍, 데이터베이스 등과 같은 기술은 초기 공간정보 기술과 표준화 방향에 큰 영향을 끼쳤다. 예를 들어, 공간정보 처리기능을 모듈별 컴포넌트로 구현하고 이들을 결합하여 사용자가 원하는 엔터프라이즈 GIS를 저렴하고 손쉽게 구축할 수 있는 Open GIS, Component GIS에 대한 연구개발 및 표준화가 추진되었다²²⁾.

22) OGC Simple Feature Specification for OLE/COM, CORBA, SQL의 표준 사양을 제시함

2000년대 초반에는 웹 서비스 기술이 비약적으로 발전함에 따라 공간정보 기술개발도 웹 기술 중심으로 발전하기 시작하였다. 표준화된 공간 데이터의 개방과 공유를 통해 상호운용성을 보장하기 위하여 OGC(Open Geospatial Consortium)의 국제 표준화 기구가 설립되었다.²³⁾ OGC는 웹 기반으로 공간정보 서비스를 표준화된 방식으로 제공하기 위하여 인터넷/웹 GIS 기술 관련 다양한 국제 표준사항을 제시하였으며, 이러한 표준사항을 수용한 기술개발이 활발히 추진되었다. 대표적으로 OGC는 이미지 지도, 벡터 지도, 래스터 지도를 위하여 Web Map Service, Web Feature Service, Web Coverage Service의 표준 사항을 제시하였다.

그림 3-6 | ICT 기반 공간정보 기술의 미래 발전 방향



자료 : 저자 작성

23) ICT 기술발전과 더불어 인터넷/웹상에서 공간정보시스템 기능과 데이터를 개방하고 공유하는 상호운용성을 보장하기 위하여 1994년 다양한 공간정보 및 ICT 기업을 중심으로 OGC의 표준화 기구가 설립됨

2000년대 중반에 웹 2.0 기술과 RIA(Rich Internet Application) 아키텍처가 도입됨에 따라, 웹 기반 공간정보 서비스에서도 커다란 변화가 나타났다. 특히 웹 사용자가 정보의 소비자인 동시에 생산자가 되는 Web 2.0과 RIA 아키텍처 기반의 공간정보 오픈플랫폼이 등장했다. 공간정보 오픈플랫폼이 제공하는 풍부한 Open API 서비스를 이용하여 누구나 손쉽게 간단한 공간정보 관련 서비스를 개발할 수 있게 되었다. '05년 구글 맵/어스와 Bing 맵, 오픈스트리트 맵을 시작으로, '08~'09년 국내의 다음 맵과 네이버 맵, '12년 브이월드와 같은 다양한 공간정보 오픈플랫폼이 Open API를 서비스를 제공하고 있다.

최근에는 사람뿐만 아니라 사물과의 즉각적인 연결, 융합, 자동화를 극대화한 실시간 적시 서비스가 크게 확산되고 있다. 예를 들어, 모바일 및 웨어러블 기기를 이용한 적시 서비스, 수요자와 공급자를 효율적으로 연결하는 플랫폼 서비스, 인공지능, 로봇, 자율주행차 등을 활용한 지능화 서비스가 확산되고 있으며, 이들 서비스와 관련된 핵심기술 확보에 대한 수요가 크게 증가하고 있다.

최신 정보통신 기술에 직접적인 영향을 받고 있는 공간정보 기술은 초고속 유무선 인터넷과 ICBM 기술을 활용하여 실시간, 대용량, 고정밀, 융합과 지능화가 강조된 기술개발 수요가 급증하고 있다. 초연결 기반의 실시간 동적 서비스와 관련하여 Geo-LoT²⁴⁾, Geo-CPS²⁵⁾, Mobile GIS, Mobile 공간정보 오픈플랫폼 등의 핵심기술에 대한 수요가 늘어나고 있다. 대용량의 고정밀 공간정보 및 타 산업 콘텐츠 융합과 관련하여 AR/VR GIS, BIM-GIS, 3차원/실내공간 플랫폼, 공간-콘텐츠 융합 플랫폼, Tangible GIS²⁶⁾ 등의 공간정보 융합 기술에 대한 수요도 급증하고 있다. 공간 빅데이터 처리,

24) Geo-LoT: 최근 초연결 사회에서 현실세계와 ICT 기반으로 구축되는 사이버 세계를 결합하는 CPS를 실현할 수 있는 핵심기술 또는 매개체로서, 주요 연구 분야로는 센서정보 생성 및 분산처리, 이질적인 센서정보 연계, 실시간 센서정보 저장 및 분석, 센서정보 공개 API 등의 분야가 있음

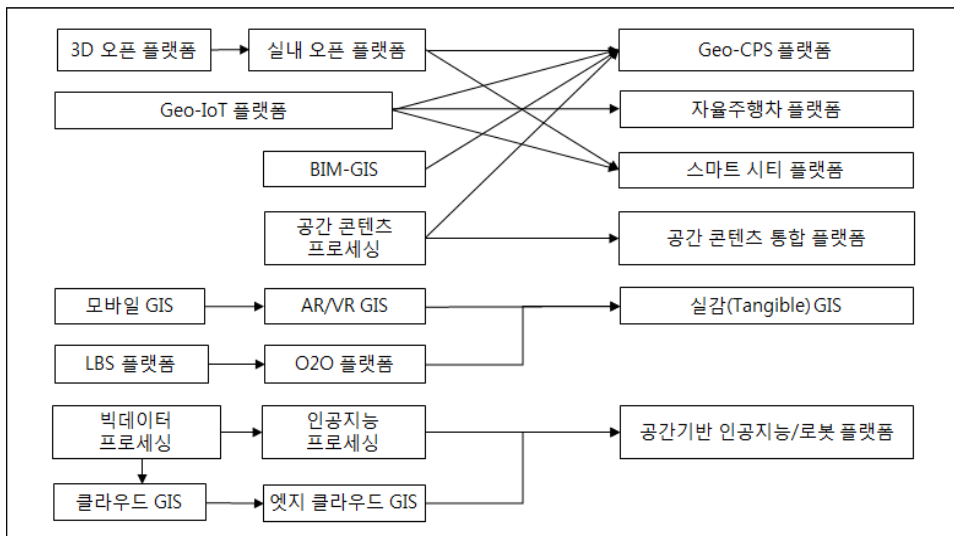
25) Geo-CPS: 공간정보, 위치정보, 센서정보, 5G 무선통신기술이 융합되어 실시간 도시·국토정보의 매핑, 모니터링, 분석, 제어를 실현할 수 있는 현실세계와 ICT 기반 사이버세계의 완벽한 융합기술을 의미하며, Digital Twin과 유사한 개념임

26) Tangible GIS: Sandbox, Dynamic Rendering Material(MIT, Materiable) 등의 물리적인 3차원 디스플레이와 카메라, 프로젝터를 융합하여 3차원 공간객체에 대한 실시간 상호인터랙션이 가능한 기술을 의미함

공간상황 인식, 공간분석, 공간지식 추출 등의 서비스와 관련하여 공간 빅데이터, Cloud GIS, Edge Cloud GIS²⁷⁾, Geo-AI²⁸⁾, Geo-Robotics²⁹⁾ 등의 지능화 기술에 대한 수요가 증가하고 있다. 위치/공간정보를 활용하는 오픈플랫폼 서비스와 관련하여 고정밀 실내외 공간정보 오픈플랫폼, LBS 플랫폼, O2O 플랫폼, 자율주행차량 플랫폼, 스마트시티 플랫폼 기술에 대한 수요 역시 급증하고 있다.

Geo-CPS, Geo-Contents, Smart City, Geo AI, Autonomous Vehicle 플랫폼과 Geo-IoT, AR/VR GIS, BIM-GIS, Cloud GIS, Spatial Big Data 기술들 간의 상호 협력 및 연관 관계는 <그림 3-7>과 같이 구성된다.

그림 3-7 | 공간정보 기술들 간의 상호 협력 및 융합 관계



자료 : 저자 작성

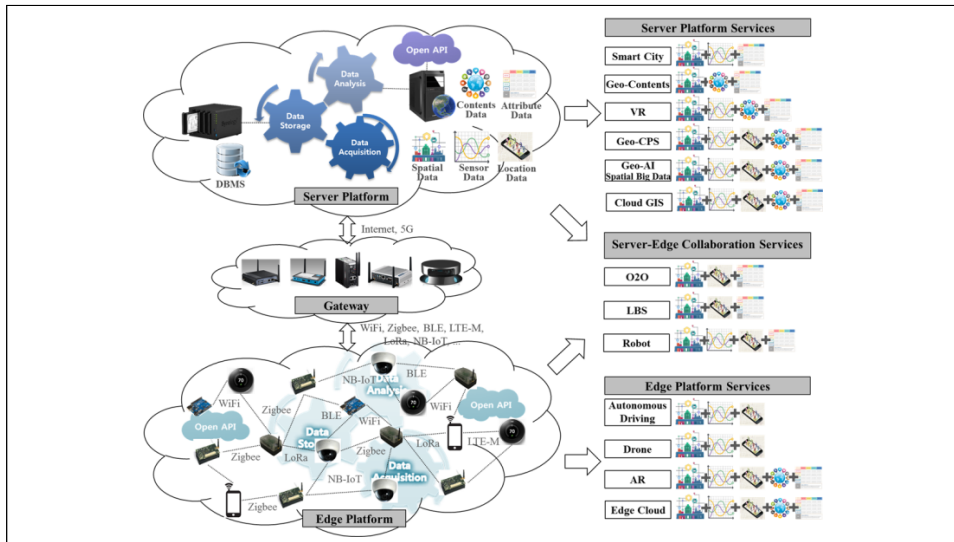
- 27) Edge Cloud GIS: Edge Cloud 환경에서 사용자 및 이동체의 실시간 위치정보와 IoT기기의 공간정보를 기반으로 사용자 및 이동체 주변의 Edge들에 대한 실시간 관리, 검색, 연계 및 활용 기능을 의미함
- 28) Geo-AI: 기존 전문가 중심으로 복잡하게 만들어지는 예측 알고리즘이 아니라, 공간/위치 빅데이터 기반의 지식베이스를 구축하고 이를 기반으로 머신러닝 등의 자가학습을 통하여 만들어지는 이동체, 범죄패턴, 재난재해, 교통량, 상권 등에 대한 분석-예측 결과 기반의 의사결정지원 기술을 의미함
- 29) Geo-Robotics: 인공지능 Robot 플랫폼에서 다양한 센서로부터 수집되는 정보를 융합하여 실시간 위치/공간정보 인식, 생성, 예측 관련 지능을 강화하기 위하여 필요한 공간지능화 기술을 의미함

3) ICT 관점에서 본 미래 공간정보 기술발전 전망

(1) ICBM 기술 기반의 Geo-CPS 세상 구현

ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile)과 초고속 무선통신(5G, B5G) 기술을 이용하여 가상세계와 물리세계의 완벽한 융합이 가속화되고 있다. 2020년 인류의 80% 이상이 모바일 단말기를 보유하게 되며, 5G 통신이 보급됨에 따라 상상을 초월하는 모바일 혁명 시대의 개막이 예상된다. 스마트 홈에서 시작하여 스마트 사무실, 스마트 자동차, 스마트 공장, 스마트 시티, 스마트 국가에 이르기까지 공간정보 기반의 사이버물리시스템(Geo-CPS) 실현이 구체화될 것으로 예상된다. 빅데이터 분석, 인공지능, 클라우드 기술에 위치·공간정보가 융합된 본격적인 공간 지능화 시대의 개막이 예상된다. 5G 기술을 이용한 대용량 정보의 실시간 전달, 클라우드 인프라 및 빅데이터 기술을 이용한 실시간 적시성 서비스 활성화될 것이다.

그림 3-8 | ICBM, AI와 공간정보 융합의 유형



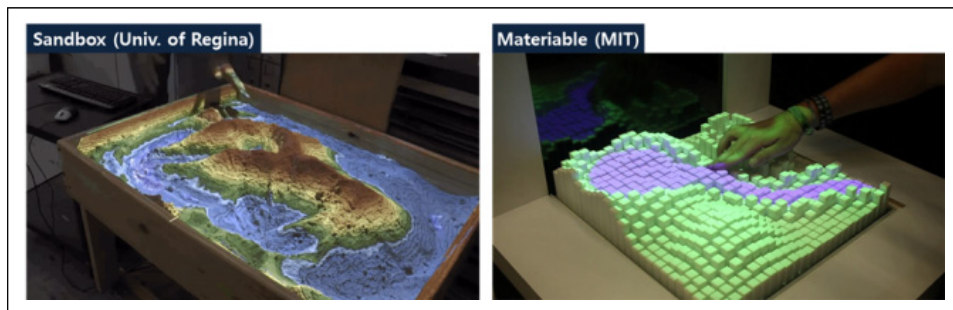
출처: Min-Soo Kim, 2017, Research issues and challenges related to Geo-IoT platform, Spatial Information Research, Vol. 25. No. 6. PP.1-14.

(2) 오감(五感)만족 실감 서비스

고정밀 공간정보 기반의 고정밀의 실감형 콘텐츠 활용이 영화, 게임, 가상현실, 관광, 재난관리 분야에서 크게 늘어날 것으로 예상된다. 몰입감, 현실감, 사용자 경험 공유를 위한 현실세계 기반의 도시 및 지형 모델에 대한 수요가 급증하고 있다. 이에 따라 미래에는 Mobile GIS, AR/VR GIS, BIM-GIS 등과 같은 공간정보기술의 지속적인 발전과 융합을 통하여 영화, 게임, 가상현실, 관광, 재난관리, 가상훈련, 도시계획, 스마트시티 등의 다양한 분야에서의 오감 만족형 공간정보 콘텐츠 서비스가 실현될 것이다. 현실세계 수준의 몰입환경 제공을 위한 혼합현실 기반 대용량 공간 콘텐츠를 처리하는 기술개발이 필요하다. 또한 증강현실 기기, 빔 프로젝터, 홀로그램, Tangible 매체 등을 활용한 공간 콘텐츠의 실감 인터랙션 기술개발도 필요하다.

사용자가 현실공간을 직접 방문하지 않고도 가상공간에서도 동일한 경험을 느낄 수 있는 오감 만족형 실감 공간 콘텐츠 서비스 관련 기술개발 수요가 늘어날 것이다. 5G 이동통신과 IoT 융합을 통한 고품질 콘텐츠 비즈니스 확대에 인하여 3D 공간정보와 실감 콘텐츠 융합 서비스가 점차 확산될 전망이다.

그림 3-9 | Sandbox와 Material의 매체를 이용한 Tangible GIS 구현 사례



출처: (좌) https://www.youtube.com/watch?v=EETkn5_qrhM (2017.10.12. 검색)

(우) <http://futuristicnews.com/mit-material-shape-shifting-interface-lets-you-touch-computer-simulations/> (2017.10.12. 검색)

(3) 인공지능 기반의 공간지식 플랫폼 서비스

공간정보, 위치정보, 통계정보, 속성정보, 집단지성 등의 다양한 정보를 축적하여 지속적으로 학습이 가능한 대용량 공간지식베이스 구축 수요도 증가할 것으로 전망된다. 공간지식베이스를 이용한 학습을 통하여 국토, 토지, 주택, 교통, 환경, 재난재해 분야 등에 대한 현안 문제의 정밀한 파악과 미래 상황에 대한 효율적 대처가 가능한 정책 수립에 대한 수요도 증가하게 될 것이다.

이러한 변화에 대응하기 위하여 공간 콘텐츠 융합 기술을 활용하여 실시간 끊임없이 수집되는 대용량 데이터를 학습 데이터로 활용할 수 있는 공간정보의 인공지능 기술을 확보해야 한다. 실시간 끊임없이 수집되는 위치/공간 관련 콘텐츠들에 Deep Learning을 적용하여 공간지식 생성이 가능한 지식베이스 모델 구축과 공간상황에 대한 인식, 추론, 예측을 위한 GeoAI 기술을 개발해야 한다. GeoAI 기술을 중심으로 이동객체 예측, 교통 예측, 상권 예측, 범죄 예측, 재난재해 예측 등과 같이 사회문제 해결을 지원하기 위한 지능진화형의 공간지식 플랫폼을 구축할 필요가 있다. 이는 스마트 시티 서비스의 플랫폼 역할을 수행할 수 있을 것이다. 또한 미래 인공지능 Robot 플랫폼에서의 위치/공간정보에 대한 지능 강화를 위한 개발된 GeoAI 기술의 적용도 가능하다³⁰⁾.

(4) 자율주행차를 위한 플랫폼

고정밀 공간/위치정보, IoT 센서정보 기반 주변상황 인지, 위험 판단, 경로 제어 알고리즘으로 구성된 자율주행 차량 시장의 급성장이 예상된다. 이를 위해서 공간/위치정보, IoT 센서정보를 융합하여 실시간으로 정확하게 상황 인지, 위험 판단, 경로 제어를 수행할 수 있는 컴퓨팅 플랫폼이 필요하다. 자율주행 차량의 목표인 안락함과 편리한 이동 기능 이외에 새로운 서비스 공간으로서의 역할을 수행할 수 있는 소프트웨어 플랫폼에 대한 글로벌 ICT 및 자동차 기업들의 관심이 커지고 있다. 자율주행 차량들이 생

30) 소프트뱅크는 로봇 사용자로부터 수집된 빅데이터의 분석 및 AI 처리를 통하여 맞춤형 대화, 헬스케어,接客 서비스를 고도화하는 인공지능 로봇 플랫폼 비즈니스 추진을 계획하고 있음. Google의 Boston Dynamics를 인수 등 공격적인 투자를 진행하고 있음

성하는 고정밀 공간/위치정보와 사용자 클릭정보들을 추후 활용하기 위하여 수집, 저장, 관리가 가능한 소프트웨어 플랫폼 기술도 필요하다.

또한 자율주행 기능, 고정밀 3D 공간정보 갱신, 주변 공간상황 인식, 콘텐츠 서비스가 가능한 자율주행 차량 플랫폼 기술을 확보해야 한다. 자율주행에서 고정밀 공간정보는 중요한 가외성(Redundancy) 정보로서 이러한 최신 고정밀 지도 확보와 자율주행 차량 플랫폼 시장을 선점하기 위하여 자동차업체, IT업체, 통신업체 간의 치열한 경쟁이 예상된다. 아울러, 공간정보와 V2V 통신, V2I 통신을 활용하여 차량 스스로 주변 환경을 인식하고, 위험을 판단하고, 주행경로를 제어하는 자율주행 차량 기술이 기본적으로 탑재되는 플랫폼화 기술개발이 필요하다.

(5) 공간정보 기반의 플랫폼 비즈니스 활성화

데이터 및 기능의 연결과 융합을 통하여 언제든지 사용자가 원하는 서비스 창출이 가능한 플랫폼 중심의 서비스 시대가 더욱 확대될 것으로 예상된다. 공간정보를 활용하는 사용자, 고객, 파트너(기업)의 복수 그룹이 참여하여 각 그룹이 합리적으로 가치를 교환하고 이익을 창출할 수 있는 상생의 플랫폼 생태계를 마련하기 위한 기술개발이 필요하다. 이에 따라 공간정보를 활용하여 새로운 부가가치 창출이 가능한 다양한 유형의 플랫폼이 활성화 될 것으로 예상된다. 기존 공간정보 오픈플랫폼의 공간 빅데이터 플랫폼 또는 GeoAI 기술을 적용한 공간지식 플랫폼으로의 진화가 필요하다. 공간정보 기반의 자율주행, 고정밀 지도 갱신, 실시간 콘텐츠 융합 등을 수행하기 위한 자율주행 차량 플랫폼의 원천기술을 확보해야 한다³¹⁾.

공간정보와 실시간 센서정보의 동적/실시간 매핑 및 분석을 지원하고, Geo-CPS 실현을 위한 Geo-IoT 또는 Geo-CPS 플랫폼의 고도화가 필요하다. 고품질의 실내외 위치 정보, 공간정보, 센서정보의 축적과 실시간 분석을 통하여 수요자 맞춤형의 공유경제 서비스가 가능한 O2O 서비스 플랫폼, LBS 플랫폼도 고도화되어야 한다.

31) 스마트폰에 적용된 단말 플랫폼의 시장 점유율은 Android와 iOS가 7:3 수준임



4

CHAPTER

지능정보사회의 국가공간정보 발전 모델

- 1. 미래의 공간정보 발전방향 | 67
- 2. 현실세계와 가상세계의 융합 | 70
- 3. 지능정보사회 국가공간정보 발전모델 | 76

지능정보사회의 국가공간정보 발전 모델

3장에서 전망한 공간정보의 미래를 토대로 다가오는 지능정보사회에 효과적으로 대응할 수 있는 국가공간정보 발전모델을 제시하였다. 미래사회는 초연결, 초지능, 초융합에 의하여 현실 세계와 가상세계가 융합되고, 이러한 메커니즘이 사회의 각 분야에 적용될 것이다. 공간정보도 이러한 변화와 트렌드에 효과적으로 대응할 수 있는 방향으로 발전해야 한다. 이 연구에서는 차세대 공간정보의 발전모델로 “디지털 트윈 공간”을 제안하였다.

1. 미래의 공간정보 발전방향

1) 공간정보의 발전 전망

앞의 3장에서 분석한 공간정보 발전전망을 종합하면 <그림 4-1>과 같다. 인간은 단순히 공간의 지형지물을 관찰하는 수준에서 벗어나 다양한 정보를 얻고 체험할 수 있는 공간을 원하고 있다. 이러한 인간의 욕구는 공간데이터를 3차원으로 발전시켰고, 가상 현실 및 증강현실 기술과 융합하여 가상공간을 탄생시켰다. 사람들은 가상의 공간에서 현실 같은 체험을 원하는가 하면, 현실공간과 가상공간을 융합함으로써 게임을 즐기거나 생활정보를 얻고자 한다. 따라서 공간정보는 최대한 현실공간과 같은 형태의 가상공간을 구현하는 방향으로 발전할 것으로 전망된다.

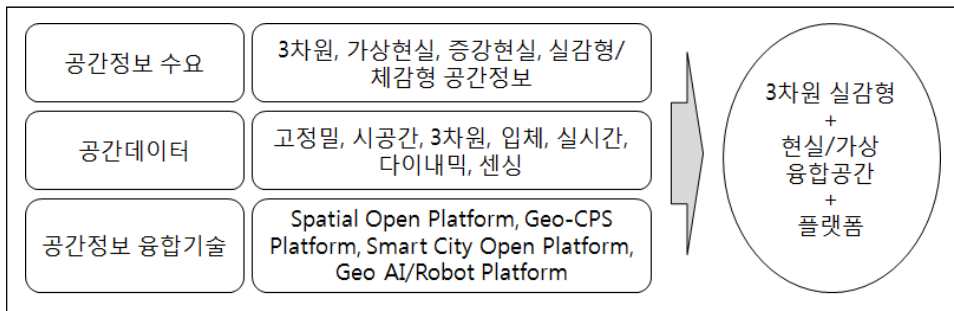
사람들은 정확한 정보, 직관적으로 이해하기 쉬운 정보, 빠르게 전달받고 활용하기 편리한 정보를 원한다. 공간데이터는 이러한 사용자의 수요에 부응하는 방향으로 발전하고 있다. 단일 자원보다는 다양한 자원을 활용하고 보다 정밀하게 데이터를 얻을 수

있는 장비를 개발했다. 어디에서 무슨 일이 일어나는지를 알기 위해서 공간과 시간을 결합하고, 시공간 데이터를 통해서 다이내믹한 공간상황을 이해하고자 하였다. 무한하게 커져가는 인간의 욕구를 만족시키기 위해서 인공지능, 자율측정 기기 등을 활용하여 다양한 공간데이터를 생산하게 될 것이다.

정보통신 기술은 공간정보의 수집·저장·가공·분석 등 거의 모든 과정에 큰 영향을 끼치기 때문에 양자 간 기술융합은 더욱 가속화될 것이다. 예를 들면 IoT 기술을 활용하여 공간 빅데이터를 수집하여 클라우드에 저장하고, 인공지능 기술을 활용하여 데이터를 효과적으로 분류·분석하게 될 것이다. 향후 공간정보는 컴퓨터 기술, 통신기술, 인공지능 기술 등과 융합하여 스마트 시티, 사이버물리시스템, 인공지능, 로봇 등 다양한 부문의 서비스와 비즈니스의 플랫폼으로 발전할 것으로 전망된다.

따라서 공간정보는 3차원 공간데이터를 기반으로 현실공간과 가상공간을 융합·활용코자 하는 인간의 욕구를 충족하는 플랫폼의 역할을 할 것으로 전망되며, 공간정보는 이러한 변화와 요구에 부응하는 방향으로 발전할 것이다.

그림 4-1 | 공간정보의 미래 전망



자료 : 저자 작성

2) 공간정보의 발전 특성과 미래 모습

사물인터넷 기술과 가상현실 및 증강현실 기술의 발전에 의해서 현실세계와 가상세계의 융합이 가속화될 것이다. 초고층 빌딩을 가상의 공간에서 설계하고 초음속 비행기

술을 가상의 공간에서 배울 수 있을 뿐 아니라 가상의 화재 현장에서 사람을 구하는 훈련을 하게 될 것이다. 이와 같이 가상현실은 실제 상황에서 겪게 될 시행착오를 줄이고 위험을 최소화할 수 있기 때문에 수요가 급격히 늘어날 것이다. 가상공간은 종전의 정적인 형태에서 벗어나 다이나믹한 수준으로 발전하고 있으며, 3차원 공간데이터는 가상공간의 콘텐츠로써 수요가 크게 늘어날 것으로 예상된다.

조연결과 지능화 기술의 융합이 혁신을 선도하게 될 것이다. 빅데이터를 수집하는 센서 기술, 저장하는 클라우드 기술, 분석하는 인공지능 기술 등의 발전에 힘입어 점차 사람의 개입이 최소화되거나 자동화되고 있다. 자율주행자동차는 센서를 이용하여 주변상황 정보를 수집하고 인공지능 기술로 상황을 판단해서 스스로 움직이는 차량이다. 아직은 실험주행 단계여서, 가끔 사고가 발생하지만 인공지능 기술이 발전할수록 오류는 점점 줄어들 것이다. 멀지 않아 기계(로봇)가 주변 환경은 물론 사용자의 감성까지 파악하여 모든 일을 알아서 처리해 주는 환경이 될 것으로 예상된다.

시간과 공간 그리고 인간 각 요소의 간극이 점차 줄어들게 될 것이다. 평창 동계올림픽을 시작으로 5G 서비스가 본격화되면 데이터를 전송하고 구현하는 시간차가 획기적으로 줄어들 것으로 예상된다. 또한, 가상공간의 활용이 본격화되면 공간적 거리감과 마찰도 현격히 줄어든다. 스마트폰을 통한 사람과 사람간, 사람과 사물간 거리감도 점차 줄어들 것으로 예상된다. 이와 같이, 미래에는 기술의 융합뿐 아니라 시간과 공간 그리고 인간이 조화롭게 융합함으로써 완결성이 한층 높아지게 될 것이다. 예를 들면, 가상의 공간을 통해서 수많은 사람들이 동시에 원하는 무엇인가를 할 수 있는 환경이 될 것이다.

이러한 변화의 한 가운데 공간정보가 자리 잡고 있다. 지금도 사람들은 ‘지도’라는 플랫폼 위에서 부동산 정보를 공유하고, 택시를 부르고 호텔을 예약하는가 하면 주변에 있는 친구를 찾고 맛집을 소개받고 멀리 떨어져 있는 나라를 여행하기도 한다. 앞으로 공간을 모델링하는 기술과 시각화를 위한 융합기술 등이 발전할수록 보다 현실 같은 가상공간을 경험하고 체험하게 될 것이다. 따라서 미래의 공간정보는 <그림 4-2>에서 보는 바와 같이, 현실세계와 가상세계를 연결하는 플랫폼이자 가상세계와 사용자를 연결하는 인터페이스가 될 것으로 전망된다.

그림 4-2 | 미래 공간정보의 기능



자료: (상) <http://koreasap.net/?p=774> (2018.1.8. 검색)
 (중) <https://datamillnorth.org/products/3d-maps-of-leeds/> (2018.1.8. 검색)
 (하) <https://www.youtube.com/watch?v=-AUr3Vfk15M> (2018.1.8. 검색)

2. 현실세계와 가상세계의 융합

현실세계와 가상세계의 통합이 왜 빠르게 진행되는 것일까? 그 이유는 하드웨어와 소프트웨어의 통합이 더 효과적이고 효율적일 뿐만 아니라 생산성이 높기 때문이다. 요즘에는 컴퓨터를 이용하여 도로나 터널을 설계하고 시뮬레이션 등을 통해서 대안을 평가한다. 건물이나 복잡한 구조를 가진 시설물들도 모두 컴퓨터를 이용하여 설계를 한다. 공장도 컴퓨터를 이용하여 생산품을 설계하고, 기기를 가동하거나 제어를 한다. 이와 같이 컴퓨터의 활용이 보편화되면서 컴퓨터를 보다 적극적으로 활용하거나 기기와 컴퓨터를 좀 더 긴밀하게 연결·활용하려는 노력이 지속되어 왔다. 컴퓨터 제어 공정 시스템의 경우, 종전에 기기와 분리되어 있었던 센서와 프로세스를 기계장치에 삽입하는 내재화(Embedded) 과정을 거치면서 더 많은 데이터를 생산하고, 이를 컴퓨터와 연계함으로써 생산성과 품질을 제고하는 시스템으로 발전해 왔다.

1) 사이버물리시스템

현실세계와 가상세계의 융합은 어떤 메커니즘을 가지고 있을까? 물리시스템과 사이버시스템¹⁾의 융합에 대한 두 가지 이론적 논의가 진행되고 있다. 하나는 사이버물리시스템(Cyber Physical System, CPS)이고, 다른 하나는 디지털 트윈(Digital Twin)이다. 우선, 사이버물리시스템은 우리가 살아가는 물리 세계와 사이버 세계와의 융합을 추구하는 새로운 패러다임으로, 기존의 단순 제어 시스템들과 비교하여 규모 및 복잡도가 매우 큰 시스템일 뿐 아니라 물리 세계와 밀접하게 상호작용하는 양방향성 시스템으로서 차별화 된다²⁾. 인간, 교통 시스템, 빌딩, 집, 전자제품, 전력망 및 인터넷 등과 같이 우리가 살고 있는 공간에 존재하는 개체들을 물리시스템이라고 하고, 이들을 제어하기 위해 데이터를 수집하고 연산이 이루어지는 소프트웨어가 존재하는 가상의 컴퓨팅 공간을 총칭하여 사이버 세계라고 할 수 있다³⁾. 사이버물리시스템은 사물인터넷으로 구축된 환경에서 가상공간의 컴퓨터가 네트워크를 통해서 실제 물리 시스템을 제어하는 기술로, 새로운 패러다임을 제시하고 다양한 연구 분야들의 융합을 위한 토대를 제공하고 있다.⁴⁾ 사이버물리시스템은 정보를 활용하여 물리세계에 대한 이해를 높여주고, 스스로 인지하고 반응하는 자율성을 가지며, 물리세계를 정확하게 분석하여 안전성을 향상시키는 특징이 있기 때문에 인간의 삶에 변화를 불러일으킬 수 있는 혁신적인 기술⁵⁾로 각광받고 있다.

1) 물리시스템은 경우에 따라서 하드웨어, 물리적 환경, 현실세계, 현실공간 등으로 표현되며, 사이버시스템은 소프트웨어, 사이버 환경, 가상세계, 가상공간 등으로 용어가 달리 표현되지만 같은 의미임

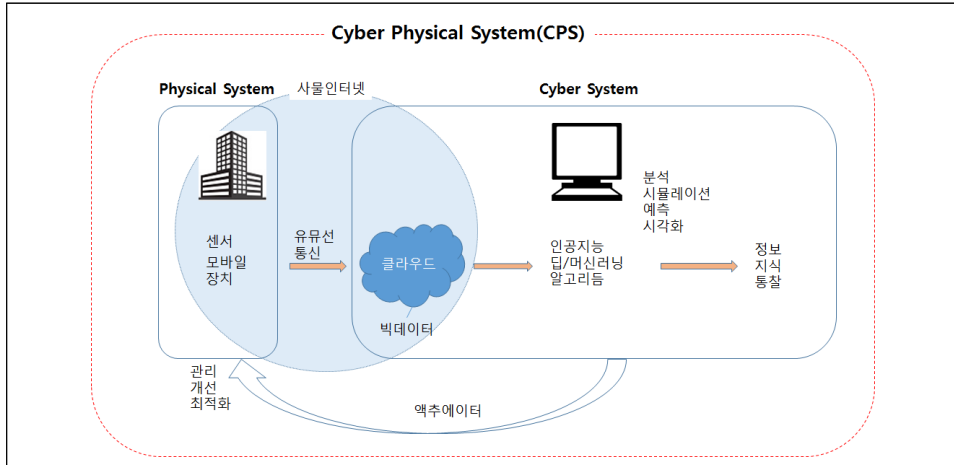
2) 손상혁. 2016. 융합의 또 다른 이름, 사이버물리시스템. 지식의 지평. 21호. p.4.

3) 손상혁. 상계서. p.5.

4) 서울대학교 제어 및 동역학 연구실. Security of Cyber-Physical System.
(<http://cdsl.snu.ac.kr/ko/node/83>, 2017.11.7.검색)

5) 은용순·박경준·원명규·박태준·손상혁. 2013. “사이버물리시스템 연구 동향”, 정보과학지 31(12), 한국정보과학회. p.8.

그림 4-3 | 사이버물리시스템의 개념과 관련기술



자료 : 저자 작성

이상의 내용을 종합해 보면, 사이버물리시스템은 <그림 4-3>에서 보는 바와 같이, 실제 공간에 존재하는 물리적 환경과 컴퓨터상에 존재하는 사이버 환경이 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터 등의 기술발달에 힘입어 서로 연계되고, 액추에터를 통해서 양자가 상호 작용하는 다이나믹한 시스템을 말한다. 이러한 특성을 가진 사이버물리시스템은 2016년 다보스 포럼에서 4차 산업의 핵심으로 제기되면서 전 세계의 주목을 받고 있다.

2) 디지털 트윈

‘디지털 트윈(Digital Twin)’은 미국의 GE(General Electric)에서 사용한 용어로, 물리적 자산과 프로세스 등을 디지털로 복제하는 것을 말한다. 예를 들면, 비행기 엔진이나 발전소 등과 같이 복잡한 시설이나 장치를 컴퓨터상에 그대로 구현하는 것을 말한다. 이때 디지털 모델은 단순한 형태나 모양만 보여주는 것이 아니라 물리적 자산으로부터 생산된 데이터와 상시 연계됨으로써 살아 있는 시스템이 된다. 디지털 트윈을 보고 있으면 실제로 기계나 장치가 어떤 상태이고 어떻게 운영되고 있는지를 알 수 있다. 또한 문제가 발생하는 즉시 알 수 있을 뿐 아니라 시뮬레이션을 통해서 문제를 해결할

수 있는 방안도 찾을 수 있다.

디지털 트윈은 주로 산업분야에 활용되고 있다. 항공기 엔진이나 원자력 발전소, 플랜트, 빌딩 등 복잡한 구조물을 효과적으로 모니터링하거나 생산성을 향상시키는데 디지털 트윈을 활용하고 있다. 디지털 트윈은 물리적 시스템과 디지털 세계를 연결하는 소프트웨어 구조로써 물리적 객체와 쌍을 이루는 소프트웨어로 생각하면 된다⁶⁾. 디지털 트윈에는 물리적 자산을 디지털 모델로 구현하는 기술과 함께 데이터를 생산하고 전송하는 사물인터넷 기술, 빅데이터를 저장·가공·분석하는 기술, 상황 분석을 위한 기계학습 및 인공지능 기술 등이 포함된다. 디지털 트윈은 자산의 디자인, 생산, 배포, 제품 개발단계 까지 라이프 사이클 전반에 적용됨으로써 비즈니스 혁신을 주도하기도 한다. 그래서 글로벌 IT컨설팅 가트너(Gartner)는 2017년도에 기업들이 주목할 기술로 디지털 트윈을 포함시켰다.

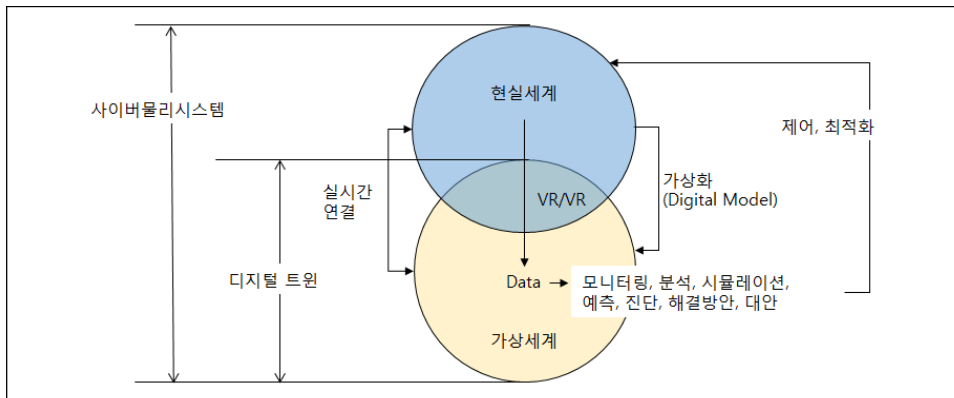
3) 물리적 환경과 디지털 환경의 융합 개념

사이버물리시스템이나 디지털 트윈은 물리적 자산이나 객체와 소프트웨어를 서로 연계 또는 융합하는 면에서 같은 맥락이라고 볼 수 있다. 다만 사이버물리시스템은 스마트 센서, 소프트웨어 및 액추에이터에 의해 모니터링, 제어, 최적화 될 수 있는 물리적 요소로 구성되는데 비해, 디지털 트윈은 디지털 모델링을 통해 자산에 쉽게 접근하여 모니터링하고 문제를 진단할 수 있는 통합 및 협업 플랫폼과도 같다. 이와 같이 사이버물리시스템과 디지털 트윈은 유사한 개념을 가지고 있지만 적용하는 분야나 목적에는 다소 차이가 있다. 현실세계와 가상세계를 연계하는데 있어서 사이버물리시스템과 디지털 트윈의 개념적 관계는 <그림 4-4>와 같다. 현실세계의 물리적 자산에 부착된 센서 등을 통해서 생산된 데이터가 가상환경으로 들어오게 되며, 여기에서 분석, 시뮬레이션, 예측 등의 과정을 거쳐 상태를 진단하거나 문제의 해결방안을 모색한다. 가상환경에서

6) GE Imagination at work. "Digital Twin Technology and the Outcomes You Should Expect" (<https://www.ge.com/digital/blog/digital-twin-technology-and-outcomes-you-should-expect>, 2018.1.8. 검색)

분석한 결과를 현실세계에 반영하여 상태를 최적화하거나 문제를 해결한다. 이때 현실 세계를 가상화한 가상공간을 디지털 트윈이라고 하고⁷⁾ 현실세계와 가상세계의 연계한 시스템을 사이버물리시스템이라고 한다.

그림 4-4 | 사이버물리시스템과 디지털 트윈의 개념적 관계



자료 : 저자 작성

4) 사회문제 해결을 사이버물리시스템의 적용

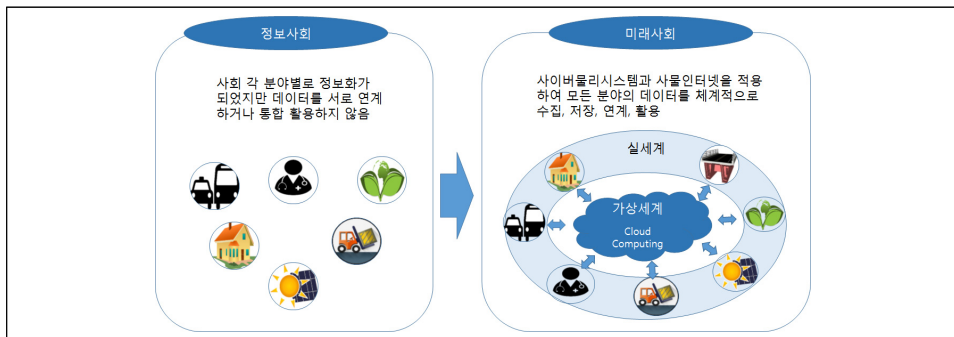
현재 사이버물리시스템은 주로 시설물이나 장치 또는 스마트 공장의 효율적 운영과 생산성 향상을 위해 적용되고 있다. 그러나 최근, 일본을 중심으로 사물인터넷과 사이버물리시스템을 사회의 각 부문에 적용함으로써 스마트한 사회를 만들자는 논의가 시작되었다. 일본의 전기 및 정보기술 산업협회(Japan Electronics and Information Technology Industries Association, JEITA)에서는 “CPS 사회 구현 검토위원회”를 설치하고 2015년부터 혁신이 요구되는 기반 기술의 테스트 베드와 플랫폼 만들기, 연구 개발 제안, 정부 규제와 제도적 제언 표준화 촉진 등의 제안을 적극적으로 추진하고 있다.⁸⁾ 이와 같이, 사이버물리시스템은 생산 현장뿐만 아니라 사회 제반의 문제 해결을

7) IT Leaders, “Industry4.0やIndustrial Internet の根幹をなすCyber Physical Systemsの意義”, <https://it.impressbm.co.jp/articles/-/13188> (2018.1.8. 검색)

주도해 나갈 것으로 주목받고 있다.⁹⁾

우리가 살고 있는 사회는 매우 복잡한 메커니즘을 가지고 있다. 도로와 건물을 비롯한 각종 시설물들이 얹혀 있고 교통과 물류, 환경, 에너지, 안전, 건강 등 모든 분야가 서로 연계되어 움직인다. 사이버물리시스템은 각 분야에서 생산된 데이터를 수집·저장·연계·통합·활용함으로써 복잡한 상황을 효과적으로 모니터링 할 수 있을 뿐 아니라 문제를 진단하고 해결방안을 마련하여 세계에 적용함으로써 상태를 최적화할 수 있다. 따라서 우리가 살고 있는 공간에 사이버물리시스템을 적용함으로써 스마트한 사회, 스마트 시티를 실현할 수 있을 것이다. 이와 같이 사이버물리시스템이 적용된 공간, 공간에 사이버물리시스템을 적용한 것을 ‘공간의 사이버물리시스템(Geo-CPS)’라고 한다. 현재 우리 사회는 분야별로 정보를 수집하여 활용하는 정보화 사회다. 여기에 사물인터넷과 인공지능을 포함한 사이버물리시스템이 적용된다면 각 분야의 정보를 클라우드에 저장하고 통합·연계·활용함으로써 보다 스마트한 세상을 만들어 갈 것으로 예상된다(<그림 4-5> 참조).

그림 4-5 | 사이버물리시스템을 적용한 사회의 변화 개념도



출처 : <https://www.jeita.or.jp/cps-e/pdf/03.pdf>에서 수정 편집

8) <http://www.jeita.or.jp/cps-e/> (2017.10.6. 검색)

9) <http://www.jeita.or.jp/cps/activity/> (2017.10.6. 검색)

3. 지능정보사회 국가공간정보 발전모델

1) 디지털 트윈 공간의 개념

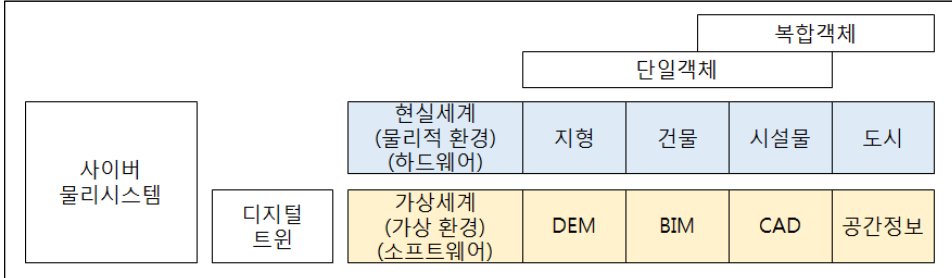
공간의 사이버물리시스템은 크게 물리적 공간(현실세계)와 사이버 공간(가상공간)으로 구분된다. 양자를 융합하기 위해서는 실제공간을 모델링한 사이버 공간이 필요하다. 공간정보는 실세계의 지형지물과 객체를 디지털로 표현할 수 있는 유일한 수단이자 방법이다. 디지털 공간정보는 x, y 좌표로 표현되는 2차원에서 x, y, z 값으로 표현되는 3차원으로, 그리고 x, y, z 에 시간(t)을 포함하는 4차원으로 점차 발전하고 있다. 객체의 형태와 크기 등을 표현하는데 중점을 두었던 2,3차원 데이터를 정적(靜的)인 공간정보라고 하고, 시간에 따른 객체의 이동과 같은 시공간 데이터를 동적(動的)인 공간정보라고 한다. 또한, 공간에 센서를 붙여서 소리와 밝기 등을 느낄 수 있는 실감형 스마트 공간으로 발전하고 있다.

디지털 트윈은 3차원 모델링을 사용하여 물리적 자산이나 프로세스 및 시스템을 디지털 복제하는 것으로써 모양, 위치, 움직임, 상태 및 동작을 포함하며 모니터링, 진단 및 자산 성능과 활용도를 최적화하는데 활용된다.¹⁰⁾ 이 연구에서는 현실세계와 동일한 사이버공간을 ‘디지털 트윈 공간(Digital Twin Space, DTS)’이라고 칭하고, 지능정보사회에 대응하기 위한 국가공간정보의 발전모델로 제시하고자 한다.

공간을 디지털화하는 방법은 매우 다양하다. 예를 들면 <그림 4-6>에서 보는 바와 같이 지형을 가상공간으로 구현하기 위해서는 수치표고모형(Digital Elevation Model, DEM), 건물은 빌딩정보모델(Building Information Model) 및 캐드(Computer Aided Design, CAD), 도시와 같이 복잡한 환경은 GIS를 활용한다. 디지털 형태로 구현되는 부분을 가상공간, 사이버 공간, 디지털 트윈 공간이라고 하고, 현실세계와 가상세계를 연계한 것을 사이버물리시스템이라고 한다. 공간은 대부분 복합적인 객체로 이루어져 있기 때문에 여러 수단을 동시에 활용하는 것이 일반적이다.

10) Wikipedia, “Digital Twin” (https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_twin, 2017.12.1. 검색)

그림 4-6 | 공간의 가상화 방법(예시)



자료 : 저자 작성

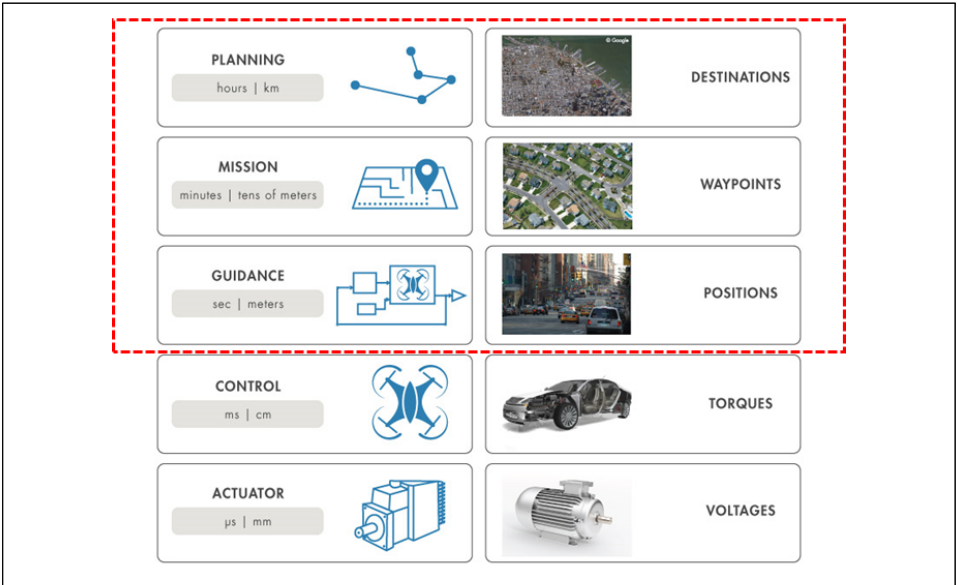
공간정보와 사물인터넷의 융합은 바로 사이버물리시스템과 동일한 메커니즘을 가지고 있다.¹¹⁾ 우리가 사용하는 지도는 현실과 동일한 가상의 공간이자 디지털 트윈이다. 글로벌 혁신 기업으로 성장한 에어비앤비(Air B&B)와 우버(Uber)는 지도를 매개로 서비스 제공자와 사용자가 만난다. 일상생활에서 자주 사용하는 택시 호출 서비스도 마찬가지다. 지도가 플랫폼이 되면서 온라인-오프라인(O2O)산업과 위치기반서비스가 폭발적으로 늘어나고 있다. 미국의 스마트 재난대응 시스템(Smart Emergence Response System)의 내용을 보면 공간정보 없이는 서비스가 불가능하다는 것을 알 수 있다. <그림 4-7>에서 보는 바와 같이 공간정보 위에서 재난재해에 대응할 계획을 수립하고 임무를 수행하며, 공간정보를 활용하여 현장에 접근한다. 또한 <그림 4-8>에서 보는 바와 같이, 도시의 모든 분야에 대한 서비스를 스마트폰과 연결하는 플랫폼의 역할을 수행하는 것도 공간정보다. 미국에서 이와 유사한 서비스가 활발한 것은 ‘구글’이라는 안정적인 믿을만한 공간정보 인프라가 있기 때문이다.

현재 3차원 공간정보와 디지털 트윈 공간은 다음과 같은 점에서 차이가 있다.

첫째, 기존의 3차원 공간정보는 시각적 효과는 있지만 객체가 3차원 데이터로 구축된 것은 아니다. 브이월드의 경우, 정사영상 등 이미지 위에 일부 건물의 객체(Object)가 포함된 형태이다. 이에 비해서 디지털 트윈 공간은 전체가 객체단위로 구성된다.

11) 사공호상 외. 2016. 초연결시대에 대응한 공간정보 정책방향 연구, 국토연구원. p.112.

그림 4-7 | 가상공간의 활용사례



출처 : <https://kr.mathworks.com/company/newsletters/articles/implementing-a-cyber-physical-system-with-matlab-and-model-based-design.html> (2018.1.4. 검색)

그림 4-8 | 도시공간의 디지털 트윈과 플랫폼 활용 예시



출처 : <https://energistarakentamista.com/2017/11/27/the-digital-built-environment/> (2018.1.4. 검색)

디지털 트윈 공간은 실제공간의 객체와 1:1로 연결되기 때문에 반드시 객체단위로 구현된다. 객체의 기본단위는 건물이나 시설물의 외형이 되겠지만 필요한 경우 층별, 내부 공간별 심지어는 내부에 설치된 시설물까지 객체로 구현할 수 있다.

둘째, 현재는 건물과 건물사이와 같이 비어 있는 공간에 대한 정보는 없는 실정이다. 그러다 보니 도심을 통과하던 헬리콥터가 건물 벽과 부딪치는 사고가 발생한 적도 있다. 앞으로는 드론이 물건을 배달하고 자동차가 날아다닐 수 있기 때문에 빈 공간에 대한 정보가 필요하다. 따라서 디지털 트윈 공간은 일정 높이까지 지상과 지하공간 전체를 하나의 큐빅(Cubic)으로 가정하고 여기에 3차원 공간좌표를 설정하게 될 것이다.

셋째, 기존의 3차원 공간정보는 지형지물의 형태와 크기 등을 정태적으로 나타내고 있는데 비해 디지털 트윈 공간은 실제 공간의 객체와 데이터로 연결됨으로서 살아 움직이는 동적인 공간이라는 점에서 가장 큰 차이가 있다.

2) 미래 국가공간정보 모델로써 ‘디지털 트윈 공간’의 필요성

지능정보사회에 대응한 국가공간정보 발전모델로 “DTS”를 제안하는 이유는 다음과 같다.

첫째, 국가 공간정보 정책의 방향성 전환이다. 지금까지 인프라 구축에 중점을 두었던 공간정보 정책을 정보 활용 지향적으로 전환해야 한다. 지금까지 국가공간정보는 수치지도, 3차원 공간정보, 실내공간정보, 실내측위, 지하시설물 정보 등 각 부문별 정보화에 치중하였다. 지상과 지하, 실내 등으로 분리된 상태에서 공간정보의 정확도와 정밀도를 높이거나 2차원과 3차원 데이터를 구축하는데 치중하였다. 공간정보는 수요자 보다는 공급자 중심이었으며, 데이터를 구축하기 위한 명분을 확보하기 위해 활용분야 효과를 찾는데 많은 시간을 보냈다. 이제 우리나라는 하드웨어뿐만 아니라 소프트웨어적 인프라도 어느 정도 갖추어진 상황이다. 이제부터는 기 구축한 인프라를 통해서 가치를 창출하는 방향으로 전환되어야 한다.

둘째, DTS는 지능정보사회의 공간정보 가치에 부합하는 개념을 제공한다. 지금까지

공간정보의 형태와 상세수준을 2D, 3D 등으로 표현 해 왔다. 이와 같은 형태는 사물인터넷과 사이버물리시스템, 4차 산업혁명 등 지능정보사회가 요구하는 공간정보의 수요에 미치지 못한다. DTS는 시간과 공간, 연결과 융합, 플랫폼의 기능을 포괄적으로 나타낼 수 있는 적합한 개념으로 판단된다. 아울러 DTS는 지금까지 물리적 형태의 정적인(Static) 공간정보의 개념을 현실세계와 실시간으로 연동된 동적인(Dynamic) 공간정보의 개념으로 전환시키게 될 것이다.

셋째, DTS는 공간정보에 사회적 기능과 역할 수행 의무를 부여한다. 공공행정업무의 80%가 공간정보를 기반으로 하고, 스마트폰 앱의 절반이 지도나 위치를 기반으로 서비스하고 있다. 이처럼 공간정보는 우리 생활 속에 깊이 내재되어 드러나지 않지만 중요한 조용한 기술(Calm Technology)의 하나로 자리 잡고 있다. 그러나 현실공간과 가상공간이 연계되는 지능정보사회에서는 보다 적극적인 기능과 역할이 요구되고 있다. 즉 현실과 가상공간을 연결하는 인터페이스 또는 플랫폼 기능이 커질 것으로 예상되며, 이러한 기능에 부합하는 공간정보의 형태는 DTS가 되어야 한다.

마지막으로 미래의 기술혁신을 반영한 공간정보의 발전모습을 제시한다. 3차원 공간정보는 2차원 공간정보에 비해 구축비용이 많이 들고 갱신도 어렵다. 그래서 3차원 공간정보의 투자대비 효용성에 대한 논란이 항상 제기되고 있다. DTS는 3차원 공간정보보다 더 많은 비용과 시간이 들 것이다. 3차원 공간정보의 실효성에 대한 논란이 있는 가운데, DTS는 장밋빛 허구라는 비판을 받을 수도 있다. 그러나 비용대비 실효성에 대한 논란은 현재의 기술을 기준으로 계산한 것이다. 멀지 않아 자율주행차의 수가 점점 늘어나고, 이들이 실시간으로 공간데이터를 수집할 것이다. 드론과 자율주행차가 수집하는 데이터를 인공지능이 분류하고 분석해서 실시간으로 공간정보를 갱신하는 날이 멀지 않았다. 이때쯤이면 공간정보를 수집하기 위해서 센서를 장착한 자동차를 별도로 운영하고 사람이 데이터를 분석해서 객체를 분류하는 등의 일은 없어지거나 최소화될 것이다. 기술의 혁신으로 인해 우리가 걱정하는 일이 어느 날 해결되거나 비용이 획기적으로 줄어드는 마법 같은 일이 일어나는 것을 그간 경험한 바 있다. 전략은 그 때를 기다리는 것이 아니라 앞서 예견하고 선제적으로 대응해야 한다.

3) ‘디지털 트윈 공간’의 개념모델과 구축 방향

(1) 개념모델

우리가 살고 있는 공간은 자연지형과 인공적으로 조성된 건물, 도로, 시설물 그리고 이들 객체 사이에 비어 있는 공간으로 구성된다. 지형지물은 지상, 지하, 공중, 수중 등 모든 공간에 분포해 있다. 또한 거리를 오가는 사람과 자동차, 기상의 변화, 바람 등 동적인 요소까지 매우 복잡한 요소로 구성된다. 이와 같이 삶을 영위하는 공간을 디지털 트윈으로 구현하는 일은 단순하지 않다.

지금까지 디지털 트윈이나 사이버물리시스템은 공장의 생산 공정이나 엔진 또는 발전소 등과 같은 기기나 시설물 관리에 주로 적용됐다. 이들 자산은 매우 복잡한 구조를 가지고 있지만 작동 메커니즘과 운용의 목적은 단순·명료하다. 이에 비해서 사회공간은 매우 복잡할 뿐 아니라 건물과 도로, 시설물, 사람 등이 서로 유기적으로 연계되어 있고 언제 어디서 무슨 일이 일어날지 예측하기 곤란하다. 그래서 삶의 공간을 디지털 트윈으로 구현하기 위해서는 복잡한 환경을 단순화하고, 체계적으로 접근하는 논리적 구조가 필요하다.

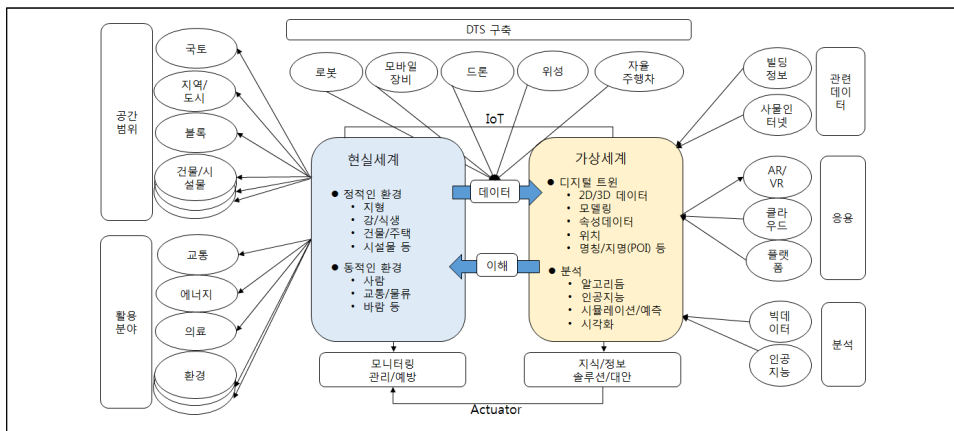
DTS의 개념적 모델은 <그림 4-9>에서 보는 바와 같다. 현실세계는 크게 정적인 환경과 동적인 환경으로 구분할 수 있다. 정적인 환경에 해당하는 건물이나 시설물은 3차원 모델링을 통해서 디지털 트윈으로 구현할 수 있다. 이 부분이 가시적인 공간정보의 영역에 해당한다. 동적인 환경은 센서를 비롯한 다양한 장비나 기기로부터 수집된 데이터를 객체와 연계함으로써 가상세계에 반영된다. 객체나 공간에 대한 이력데이터와 속성데이터, 통계데이터 등은 데이터베이스와의 연결을 통해서 가상세계의 클라우드에 저장된다. 데이터는 가능한 실시간으로 반영되어야 상태를 모니터링하고 문제가 발생하면 즉각 대응할 수 있다. 정형화된 데이터 이외에도 SNS와 같은 다양한 비정형 데이터들이 수집되고, 이들은 알고리즘과 인공지능을 통해서 실시간으로 분석된다. 사전에 문제발생 알고리즘을 개발하여 적용하면 문제발생 즉시 대응이 가능하다.

공간의 디지털 트윈은 활용목적에 따라서 정확성과 정밀도가 다르고, 이들이 비용과

연계되어 있어서 목표를 설정하는데 어려움이 있다. 예를 들면 교통의 흐름을 모니터링 하거나 최적화 하는 데는 2차원 공간정보와 교통 데이터가 있으면 가능하다. 그러나 미세먼지를 모니터링하거나 변화를 예측하기 위해서는 다양한 위치와 장소에 센서를 부착하여 미세먼지, 바람의 세기와 방향, 미세먼지후 등의 정보를 수집한 후 3차원 공간 분석을 해야 한다. 이 경우 3차원 객체로 구현된 공간정보가 필요하다. 공간적 범위에 따라서 객체의 구현 정밀도가 다를 수 있다. 도시 전체가 모니터링 대상인 경우는 건물 이 하나의 객체로 표현되어도 괜찮지만 서울역의 내부를 모니터링할 경우는 실내의 구조를 상세하게 구현해야 한다.

DTS를 활용하는 분야는 무한하다. 공공기관이든 민간기업이든 공간정보를 기반으로 데이터를 수집하고 저장하고 분석하고 표현하는 모든 업무는 DTS에서 할 수 있다. 그래서 DTS는 데이터를 공유하고 함께 일할 수 있는 협업공간이다. 공간적 범위는 국토 전체에서 개별 건물까지 다양하며 활용목적과 운영의 주체에 의해 구분된다. DTS에서 분석부분은 중요하다. 정보는 데이터를 분석해서 얻을 수 있기 때문에 분석을 위한 알고리즘과 기술개발¹²⁾이 필요하다.

그림 4-9 | DTS의 아키텍처



자료 : 저자 작성

12) 4장의 기술개발 부분에서 기술한 세부내용을 참조할 것

(2) DTS 구축의 기본방향

DTS를 구축하는 방법은 다음 장에서 자세하게 제시하겠지만 우선 큰 틀에서 몇 가지 방향을 제시하고자 한다.

첫째, 경제성과 활용효과를 고려해서 DTS의 정밀도를 단계적으로 높여 나가야 한다. 2차원 데이터를 이용하여 2.5차원을 만들고, 이를 기반으로 3차원과 4차원의 단계로 점차 높여가는 것이 바람직하다. 객체의 상세도(LOD)도 낮은 수준에서 높은 수준으로 높여가는 것이 효과적이다. 객체의 묘사 대상도 처음에는 대형건물, 시설물, 소형 건물, 주택, 가로등, 가로수, 보도블록, 간판 등으로 점차 디테일을 높여 나가야 한다. 건물에 대한 상세도는 국내외 적으로 규정되어 있으나 복합 공간에 대한 상세도는 아직 정해진 바 없다. 따라서 복합공간에 대한 상세도를 정립한 후 추진하는 것이 바람직하다.

둘째, DTS의 구축 범위와 정밀도는 운영주체가 결정해야 한다. 지금까지 공간정보를 구축해 온 것처럼 중앙정부가 국토 전체를 대상으로 DTS를 구현하는 것이 일관성과 상호운용성에서 가장 바람직하다. 그러나 이 방식은 운용주체가 빠져 있어서 활용효과가 미진하고 갱신이 제때 이루어지지 않는 문제가 있다. DTS는 활용주체가 있어야 지속적으로 실효성을 거둘 수 있다. 이러한 점을 고려한다면 지자체 중심으로 DTS를 구축·운용하는 것이 가장 현실적 대안이다. 중앙정부는 지자체가 해당지역의 DTS를 구축하도록 지원하고 공유·활용할 수 있도록 기준과 표준 그리고 예산 등을 지원하는 것이 바람직하다.

마지막으로, DTS는 스마트 시티를 구현하는 플랫폼이 되어야 한다. 스마트 시티는 지자체가 시민의 안전과 편의 등을 위해서 교통, 물류, 환경, 재난재해, 의료, 에너지 등 각 부문에 ICT 및 지능기술을 적용하여 스마트한 환경을 만드는데 목적이 있다. 도시 전체가 스마트하게 되기 위해서는 각 부문에 사이버물리시스템의 개념이 적용되어야 한다. 즉 부문별로 하드웨어와 소프트웨어를 융합하고 각 부분을 연계하여 하나의 큰 시스템을 구성해야 한다. 이때 각 도시의 각 부문을 통합하는 플랫폼이 바로 DTS이다. 빅데이터는 시간과 장소를 매개로 통합이 가능하며 부문별 도시정보는 위치를 기반

으로 통합하는 것이 가장 효과적이다. 따라서 DTS는 스마트 시티의 모든 분야를 통합하고 협업할 수 있는 플랫폼으로 가장 적합하다.

4) 디지털 트윈 공간의 사회변혁 기대효과

(1) 정보의 통합·연계를 통한 스마트한 사회 구현에 일조

지도가 서비스 플랫폼이 된 이유는 사람들의 생활과 관련이 있는 대부분의 공간을 담고 있기 때문이다. DTS는 모든 분야의 데이터와 정보시스템을 통합하고 연결하는 ‘통합 플랫폼’의 역할을 한다. 교통정보와 물류정보, 기상정보, 의료정보, 에너지 정보 등 각 분야의 정보를 가상공간에서 통합하고, 이를 융합·활용한다면 보다 효과적인 정보를 얻을 수 있다. 그 이유는 각 부문이 매우 유기적으로 연결되어 있기 때문이다. 날씨의 교통에 영향을 미치고 교통은 환경에 미치는 영향이 크다. 환경은 건강과 직결되며, 건강은 의료에 영향을 미친다. 이처럼 우리 사회의 모든 분야는 직간접적으로 연결되어 있기 때문에 상관관계와 전후방 효과를 분석해야 정확한 정보를 얻을 수 있다.

(2) 실시간 공간 모니터링을 통한 사회 안전 및 편리성 제고

DTS는 현실공간과 네트워크로 연결되어 있으며, 실시간으로 들어오는 데이터를 이용하여 상황을 효과적으로 모니터링 할 수 있다. 데이터를 분석하여 도시 전체의 교통 흐름과 전력소모량 등을 실시간으로 모니터링 할 수 있을 뿐만 아니라 미리 입력한 알고리즘에 의해 이상 징후가 발견되면 즉시 알 수 있다. 미국의 GE는 디지털 트윈을 이용하여 설비의 이상 유무를 발견하는 것은 물론 문제를 해결하는 대안까지 모색하는 기술을 보유하고 있다. 같은 맥락에서 DTS에서 현실공간의 상황을 실시간 모니터링하고 문제의 진단과 해결방안을 마련하여 신속하게 대처할 수 있다. 또한 시뮬레이션을 통해서 호우, 태풍, 폭설 등 예고된 재난에 효과적으로 대응할 수 있다. 가상공간은 우리 사회를 보다 안전하고 편리하게 만들어 줄 것이다.

(3) 가상공간 활용의 보편화를 통해 민주적 시민사회 문화 조성

누구나 쉽게 활용할 수 있는 공간데이터가 공급되면 이를 활용하는 다양한 커뮤니티가 생겨날 것으로 예상된다. 예를 들면 ‘대학로’라는 특정 공간에서 활동하거나 이용하는 사람들의 커뮤니티가 생겨날 수 있다. 이들은 가상공간에서 정보를 공유하거나 광고를 하고, 특정 공간을 개발하거나 개선할 수 있는 대안을 제안하고 토론할 수도 있다. 아파트 단지는 가상공간을 이용하여 단지 내 정보를 공유하기도 하고, 센서와 연결하여 상황을 모니터링 할 수 있다. 현재는 CCTV 모니터만 수십대 연결되어 있는 상황실을 운영하고 있지만 공간정보가 제공된다면 지도위에 모니터를 연결하여 어디에서 어떤일이 벌어지고 있는지를 공간적으로 쉽게 인지할 수 있게 될 것이다. 이처럼 가상공간을 중심으로 이해 관계자가 모여서 다양한 활동을 하게 되면 사회적 민주화와 시민참여의식이 더 늘어날 것이다.

(4) 현실과 가상 공간이 융합으로 사회문제 해결능력 향상

공간정보의 장점은 문제의 진단과 해결을 공간적 접근방식으로 가능하게 한다는 것이다. 1954년 런던에서 콜레라가 창궐했을 때 존 스노우라는 의사가 사망자의 위치를 지도에 표기하여 물에 의해서 전염된다는 사실을 밝힌 것은 의학계나 지리학계에서 널리 알려진 사실이다. 공간적 사고와 접근방식으로 사회적 문제를 효과적으로 해결할 수 있다. 예를 들면 어린이 유치원과 유아원의 분포와 8세 미만 어린이가 살고 있는 위치를 지도에 표기하면 시설의 위치가 적정한 지를 판단할 수 있다. 마찬가지로 노인이 거주하는 지역과 병원의 위치를 지도에 표기하면 의료서비스의 불균형 정도를 평가할 수 있다. 마찬가지로 대안도 마련할 수 있다. 공간적 접근은 데이터를 기반으로 하며 현황이나 분석결과를 눈으로 쉽게 인지할 수 있도록 가시화함으로써 명료할 뿐 아니라 설득력이 매우 높다. 현실공간과 가상공간이 긴밀히 연결된다면 사회의 복잡한 문제를 가상공간에서 해결할 수 있는 전략을 모색할 수 있다.

(5) 데이터와 기술융합 플랫폼 제공으로 산업이 혁신성장 촉진

3차원 공간정보를 기반으로 새로운 서비스와 비즈니스가 창출될 것이다. 현재 완성도가 낮은 브이월드도 124개의 공공 및 민간기관이 활용하고 있으며 활용기관이 점차 늘어나고 있는 추세다. 완성도가 높은 DTS를 개방하면 공공은 물론 민간부문의 상업적 활용이 크게 늘어날 것으로 예상된다. 예를 들면 상가나 공공시설 등의 실내공간이 개방되면 부동산, 소매점 등 상업적 용도의 온오프라인 서비스와 위치기반 서비스가 더 늘어날 것이다. 또한 가상공간을 통해서 무인 이동체의 경로가 확보되면 배달서비스와 장애인 서비스, 심지어 무인택시 서비스 등이 생겨날 것이다. 가상공간과 실제공간을 연결하는 IoT산업과 원격제어 서비스 관련 기술 등이 발전하는 등 새로운 산업생태계가 생겨날 수도 있다. DTS은 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드, 인공지능과 같은 다양한 기술이 융합·활용되기 때문에 융합산업의 생태계가 생겨날 가능성이 매우 크다. 또한 3차원 공간정보는 가상현실과 증강현실 기술을 구현할 수 있는 가장 좋은 재료이기 때문에 스키를 타고 도로를 질주하거나 드론택시를 몰고 건물사이로 경주를 하는 가상체험을 할 수도 있다. 존재하지 않는 가상공간과 실제로 내가 살고 있는 가상의 공간을 체험하는 것은 완전히 다르다.

[디지털 트윈 사례-1 : 영국의 Digital Twin City Project]

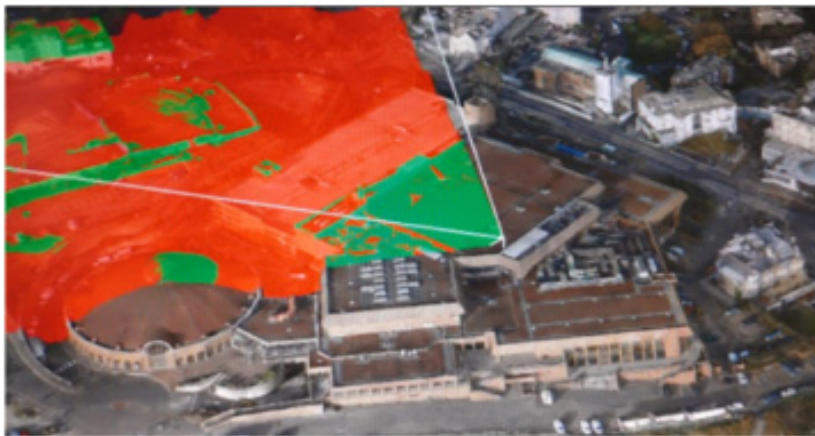
◆ 배경 및 목적

- 5G 통신은 주변에 벽이나 건물, 수목 등의 장애물이 있거나 심지어 사람의 위치와 날씨 등에 따라 전파간섭, 데이터 전송 지연 및 단절, 음영지역 발생하여 사전에 정밀한 영향분석이 필요함
- 영국정부는 차세대 무선통신 5G의 성공적인 추진과 자율주행자동차 등에 활용하기 위하여 디지털 트윈 시티 구축사업을 시범적으로 추진

◆ 주요내용

- 영국지리원을 중심으로 R&D사업 콘소시엄을 구성하고, 남부 해안도시 Bournemouth 타운의 모든 지형지물을 상세하게 3D로 디지털화
- 영국 디지털문화부는 5G 매핑 시범사업 추진을 위해 1,600만 파운드(약 2380억원)의 예산을 지원
- 디지털 트윈을 통해 5G 네트워크 무선기지국 위치 설정을 위한 시뮬레이션을 실시하고 가상현실(VR)을 이용해 영향요인을 분석

<디지털 트윈 시티(Bournemouth 타운)>



출처: https://www.youtube.com/watch?time_continue=19&v=X1h1jBsEqx8 (2018.1.4.검색)

[디지털 트윈 사례-2: 버추얼 싱가포르(Virtual Singapore)]

◆ 배경 및 목적

- 2014년 11월 리셴룽(李顯龍) 싱가포르 총리가 싱가포르의 미래 10년 비전으로 선포한 ‘스마트 네이션(Smart Nation)’의 구현으로 추진
- 기술과 데이터, 네트워크를 효율적이고 지능적으로 활용해 싱가포르 국민의 삶의 질을 향상시키는데 목적을 둠

◆ 주요내용

- 싱가포르 총리실 산하 싱가포르 국립연구재단(NRF)은 R&D사업으로서 버추얼 싱가포르 프로젝트 개발사업을 관리
- 싱가포르 국토청은 3D 지형데이터를 제공하고 기술청은 버추얼 싱가포르 구축·관리의 각 단계에서 필요한 정보통신·기술부문 전문지식을 제공
- 3차원 공간정보 도시모델이자 협업적 데이터 플랫폼을 기반으로 하여 싱가포르 전 국토를 가상현실(Virtual Reality: VR)로 구현



출처: <https://asia.nikkei.com/Tech-Science/Tech/Virtual-Singapore-offers-tools-for-urban-planners>
(2018.1.4. 검색)



CHAPTER 5

‘디지털 트윈 공간’ 구현을 위한 추진 전략

1. ‘디지털 트윈 공간(DTS)’ 추진 전략의 개요 | 91
2. 데이터 부문 추진 전략 | 94
3. 기술 부문 추진 전략 | 105
4. 서비스·활용 부문 추진 전략 | 115
5. DTS 452 전략 추진 로드맵 | 120

‘디지털 트윈 공간’ 구현을 위한 추진 전략

본 장에서는 차세대 국가공간정보의 목표로 상정한 ‘디지털 트윈 공간(DTS)’ 구축 및 활용을 위한 추진전략을 제시하였다. DTS 추진전략은 정책의 구성요소와 방향 등 큰 틀에서는 기존 국가공간정보 정책과 다르지 않지만 기존 정책에 비해 미래에 중요하게 부각될 공간데이터, 공간정보 기술, 활용을 중점적으로 다루었다는 점에서 차별성이 있다.

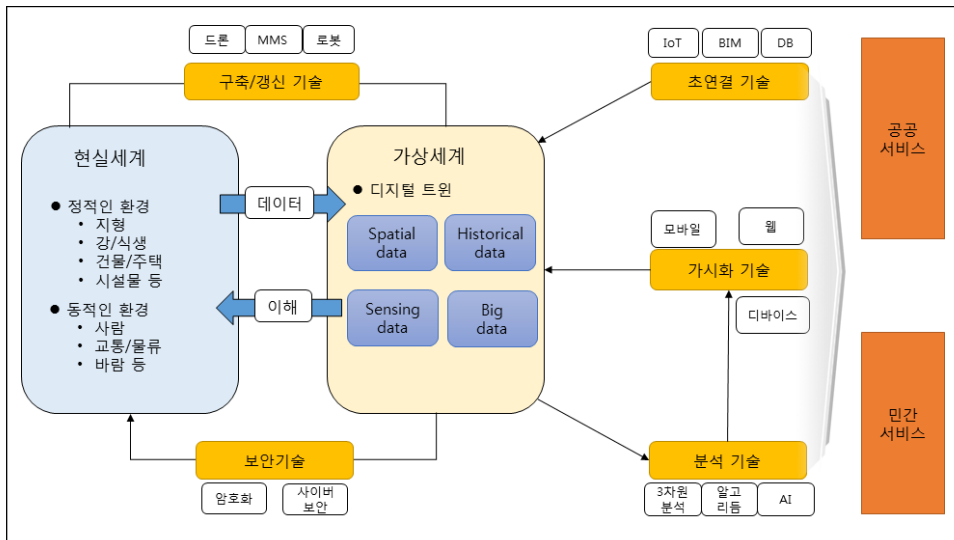
1. ‘디지털 트윈 공간(DTS)’ 추진 전략의 개요

DTS는 데이터 모델링을 통해 구현되며, 데이터를 기반으로 운영되기 때문에 데이터가 가장 중요한 요소이다. 그 다음으로는 DTS의 구축 및 갱신, 데이터 분석, 현실세계와 연계 등을 위한 기술이 중요하다. 그리고 누가 어떤 용도로 활용할 것인지를 정해야 DTS의 유용성과 지속가능성을 담보할 수 있다. 그 외에도 표준, 인력양성, 법제도 등 다양한 기반요소가 있지만, 이들은 기존의 국가공간정보 인프라 정책과 크게 다르지 않기 때문에 DTS 추진전략에서는 다루지 않았다. 종합하면 DTS를 구현하기 위해서 관련 데이터와 기술개발 그리고 서비스 부문에 대한 추진전략을 마련해야 한다.

데이터, 기술, 서비스 각 부문을 좀 더 세분화하면 다음과 같다. DTS에서 필요한 데이터는 공간데이터(Spatial Data), 센싱데이터(Sensing Data), 이력데이터(Historical Data), 빅데이터(Big Data)이다. 기술 부분에서는 구축 및 갱신 기술(Construction Technology), 분석기술(Analysis Technology), 가시화 기술(Visualization Technology), 초연결 기술(Hyper-connection Technology), 보안기술(Security Technology)이 필요하다.

서비스 부분에서는 공공 및 행정 서비스(Public & Administrative Service)와 민간을 위한 플랫폼 서비스(Platform Service for Private Sector)로 구분된다. 이를 그림으로 표현하면 <그림 5-1>과 같다.

그림 5-1 | DTS 452 구성요소



자료 : 저자 작성

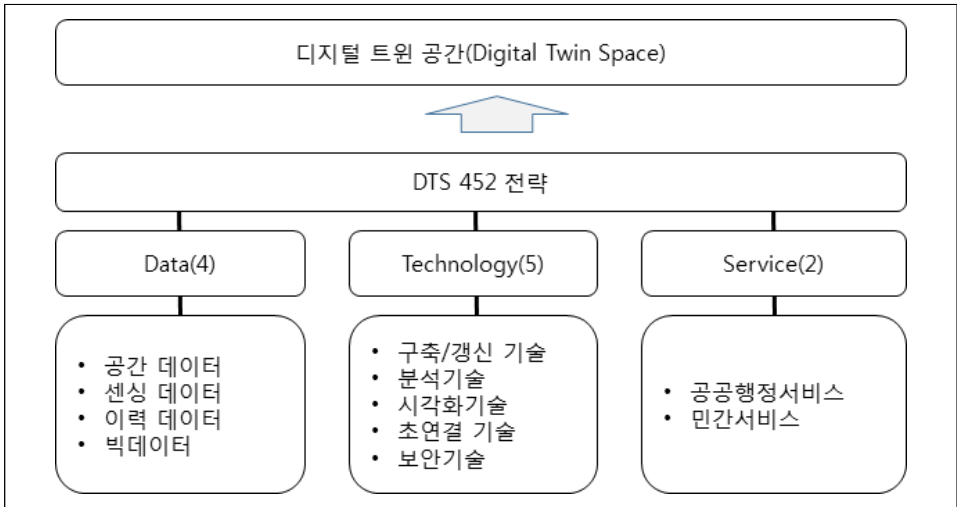
앞서 언급한 <그림 4-10>과 연관해서 살펴보면 다음과 같은 관련성을 확인할 수 있다. 우선 현실세계의 정적인 환경은 가상세계의 공간데이터로 구성된다. 이러한 가상세계를 구축 및 갱신하기 위해 드론, MMS, 로봇 등을 비롯한 구축/갱신 기술이 고려되어야 한다. 현실세계의 사람의 움직임, 바람 등의 동적인 환경은 센서데이터로 가상세계에 제공된다. 즉, 현실세계의 정보와 가상세계를 연결할 수 있는 초연결 기술이 고려되어야 한다. 가상세계를 구성하는 이력데이터, 빅데이터를 위해서 마찬가지로 외부와 연결될 수 있는 초연결 기술이 중요하다. 이렇게 구성된 디지털트윈공간에서는 3차원 분석, AI 등을 활용한 분석이 가능하다. 이러한 분석은 데이터가 지식 및 정보, 솔루션이 되는 기반이 된다. 따라서 분석기술 역시 DTS 전략에서 고려되어야만 한다. 가상공간

그 자체 뿐 아니라 분석의 결과는 가시화 기술을 통해 모바일, 웹, 디바이스 등으로 제공된다. 이 때 AR/VR을 적용하면 보다 생동감 있는 정보의 제공이 가능하다. 이러한 관점에서 가시화 기술 역시 DTS 전략의 고려 대상이다. 마지막으로 DTS의 원활한 운영을 위해서는 가상세계, 현실과 가상세계의 연계 부분에 대한 보안기술 역시 DTS 전략의 중요 요소이다.

이렇게 제공되는 정보들은 공공부문의 서비스와 민간부분에서의 서비스로 활용될 수 있다. 특히, 클라우드화나 플랫폼화를 통해 공공 및 민간의 자유로운 참여를 유도하고 새로운 서비스를 제공할 수 있다. 특히 민간부분은 디지털트윈 공간을 플랫폼으로 다양한 아이디어를 실현할 수 있을 것으로 기대된다.

이를 종합하면 <그림 5-2>와 같이 정리할 수 있으며, 이를 이해하기 쉽도록 ‘DTS 452 전략’이라고 이름을 붙였다.

그림 5-2 | DTS 452 개요



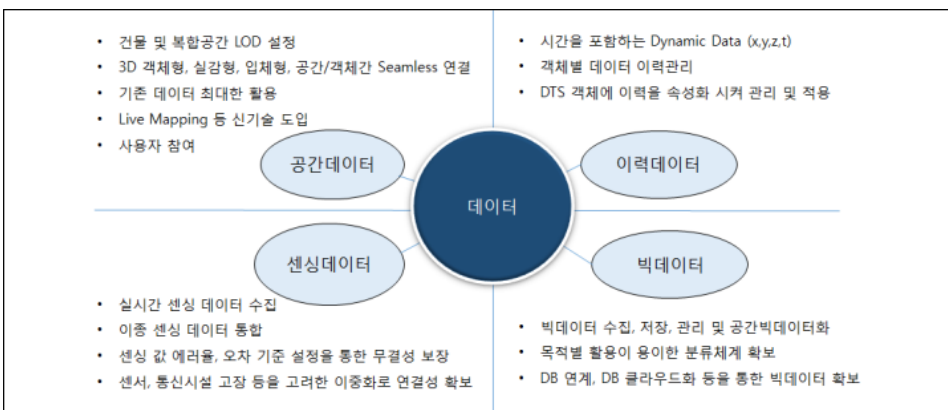
자료 : 저자 작성

2. 데이터 부문 추진 전략

1) 데이터의 구성

DTS에는 다양한 데이터가 존재하지만 중요도와 우선순위를 고려하면 대략 공간데이터, 센싱데이터, 이력데이터, 빅데이터로 구성된다. 공간데이터는 현실세계를 디지털로 구현하는 데이터로써 위치정보, 도형정보, 속성정보 등으로 구성된다. 센싱데이터는 정적인 사이버공간에 생명을 불어넣는 역할을 한다. 온도, 습도, 풍향, 풍속, 차량이동, 사람의 움직임 등 센서가 수집한 데이터를 DTS에 연결함으로써 지도 같은 기존의 정적인 공간이 동적으로 살아 움직이는 공간이 된다. 또한 DTS에서는 시간과 공간의 이동이 자유로운 것이 특징이다. 현실공간에서는 지나간 상황을 재현하거나 미래의 상황을 예견할 수 없다. 그래서 이력데이터의 역할이 중요하다. 이력데이터는 단순히 과거의 이력을 보여주는 데 그치지 않고 건물이나 시설물, 장소 등에 대한 역사와 스토리를 제공함으로써 사람이 살아가는 공간을 만든다. 이를 통해 과거를 재현하고 미래의 모습을 예측할 수 있게 된다. 마지막으로 소셜네트워크와 같은 비정형 데이터를 포함하는 빅데이터와 DTS가 연결됨으로써 상상할 수 있는 그 이상의 정보를 얻을 수 있다.

그림 5-3 | 데이터 구성요소 및 추진전략



자료 : 저자 작성

2) 공간데이터

(1) 공간데이터 구축 및 갱신

앞서 언급되었듯이 공간데이터는 현실세계의 정적 환경을 모두 담아야 한다. 뿐만 아니라 현실세계의 동적환경의 센서데이터가 공간데이터와 연결되어야 기존과 다른 살아있는 공간이 될 수 있다. 또한 공간데이터에 이력데이터, 빅데이터를 연결하여 역사와 히스토리, 다양한 분석의 기반을 마련할 수 있어야 한다. 이러한 관점에서 본다면 DTS의 공간데이터 구축 및 갱신에 대해서는 기존의 공간정보의 구축과 다른 관점의 전략을 고려하는 것이 중요하다.

첫째, 기 구축한 데이터를 최대한 활용하는 것이 중요하다. 국가공간정보 사업을 통해서 구축한 2차원 또는 3차원의 실내외, 지하 공간데이터를 통합·활용함으로써 DTS 구축 및 갱신의 비용과 시간을 절감할 수 있다. 지금까지 구축한 공간데이터는 브이월드에 통합되어 있고, 앞으로도 브이월드에 통합될 예정이다. 따라서 브이월드를 DTS의 기반으로 활용하는 전략이 가장 현실적이다.

둘째, 새로운 장비와 소프트웨어 등 신기술을 적극 도입하는 것도 중요하다. 공간데이터를 수집하는 센서와 모바일 장비의 성능이 하루가 다르게 발전하고 있다. 신기술이나 장비를 이용하면 기존의 방식보다 더 빠르고 저렴하게 데이터를 획득할 수 있다. 드론이나 로봇 등과 같은 새로운 시스템을 적극적으로 활용하기 위해서는 기술검증뿐만 아니라 이를 수용할 수 있는 제도적 장치가 신속하게 마련되어야 한다.

셋째, 객체기반의 3차원 데이터를 구축할 필요가 있다. 위성영상이나 항공사진과 같은 이미지 데이터는 시각적 효과가 큰 반면 입체적 공간분석이나 객체단위별 현실세계와 연계 등이 불가능하다. DTS는 현실세계와 1:1로 연결되고, 객체단위로 갱신되며, 3차원 공간분석을 통해 정보를 추출해야 하므로 객체단위로 공간데이터를 구축하는 것이 무엇보다 중요하다.

마지막으로, 원활한 데이터 구축과 갱신을 위해서 사용자의 참여가 중요하다. DTS는 공간을 구성하는 객체의 수가 많고, 정밀한 정도도 무한하므로 최상의 정밀 데이터를

국가 차원에서 모두 구축하는 것은 예산의 제약으로 불가능하다. 따라서 사용자가 직접 참여하여 필요한 데이터를 추가적으로 구축하거나 갱신함으로써 정밀도와 최신성을 유지할 수 있을 것이다. 또한 사용자 참여를 통해 새로운 기술의 적용과 활용에 대한 아이디어도 얻을 수 있다.

(2) 데이터의 생애주기 관리

객체의 특성을 고려하여 공간데이터를 정의하는 것이 시발점이다. DTS는 다양한 형태와 수준의 객체들로 구성되고 객체별 특성이 각기 다르기 때문에 이들 객체를 구조화하고 객체 간 연관성을 고려하는 데이터 정의가 중요한 것이다. 객체 데이터는 사용자의 요구에 따라 다양한 포맷으로 변환이 가능해야 하고 관련 데이터들과 호환성을 유지할 수 있어야 한다.

또한, 국제표준이나 이기종(異機種) 표준간의 연계를 고려하여 데이터 표준을 제정하는 것도 중요하다. DTS의 공간데이터, 센싱데이터, 이력데이터, 빅데이터는 각각의 표준이 이미 존재한다. 다만 DTS에서는 이들 데이터가 통합·활용되어야 하므로 기존 표준들을 통합 또는 연계하거나 DTS와 관련된 표준을 새로 제정할 수 도 있다.

객체화된 공간데이터는 그 종류가 매우 많아지고, 복잡하게 연계되어 제공될 것이다. 그런 관점에서 보면 데이터 생명주기 전반에 걸쳐 품질을 보증할 수 있는 방안이 고려되어야 한다. 이를 위해서는 데이터의 품질을 관리하기 위한 ‘데이터 거버넌스 체계’가 필요하다. 데이터가 생성되어 소멸할 때 까지 지속적으로 품질을 점검하고 보증함으로써 사용자들이 데이터를 신뢰할 수 있는 환경을 조성해야 한다. 데이터의 품질이 보증되면 사용자가 늘어날 것이며, 사용자의 품질관리에 대한 요구사항을 데이터에 반영함으로써 DTS 전체의 품질을 제고할 수 있다.

마지막으로 빠르게 발전하는 기술을 반영하기 위해서는 성과 중심의 데이터 검증이 필요하다. 예를 들면, “25cm 해상도의 영상 데이터가 필요하다”는 요구사항보다 “차선이나 연석을 구별할 수 있어야 한다”와 같이 성과 중심적인 데이터 검증으로 바뀌어야 한다. 현재와 같이 생산과정을 지정하는 방식은 전체 공정에 소요되는 시간을 길게 만들고, 새로운 기술의 도입을 규제하는 요인이 되기도 한다.

(3) 복합공간에 대한 세밀도(LOD)의 기준 설정

기존의 LOD(Level of Detail)는 평면부터 실내까지로, 생산자 입장에서 설정되었다. 또한 건물을 중심으로 LOD가 설정되어 있어, 다양한 객체로 구성되어 있는 현실세계를 DTS로 구현하는데 한계가 있다. 따라서 활용의 관점에서 LOD를 재설계하는 것도 중요하다.

예를 들면 다음과 같은 접근이 가능하다. DTS의 LOD0은 현재 표현 가능한 수준으로 설정한다. 즉, 현 체계의 LOD1인 박스형태의 건물과 지형을 합쳐 DTS의 LOD0으로 설정한다. 이렇게 하면 DTS의 LOD0은 기존 데이터의 조합을 통해 구현할 수 있으며 기존처럼 활용할 수 있다.

DTS의 LOD1은 활용도를 높이기 위해 기존보다 상세한 수준으로 설정한다. 박스형태의 건물이 아닌 건물을 층별로 상세화 하고, 관련된 지형지물을 표현하는 수준으로 설정한다. DTS의 LOD1은 기존에 불가능했던 객체에 대한 접근을 가능하게 하여 기존에는 할 수 없었던 활용을 유도한다.

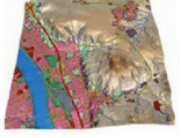
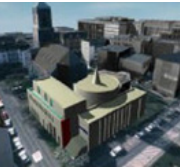
DTS의 LOD2는 현재 LOD3수준인 건물의 외벽을 구분하고, 실내공간을 연계하는 것으로 설정한다. 이는 구축된 고정밀의 3차원 공간정보, 지하공간정보, 실내공간정보를 상호 연계하는 수준으로 달성될 수 있다.

DTS의 LOD3는 LOD2에서 표현되는 건물, 시설물, 실내 공간 등을 보다 구조화하여 상호 연관성을 부여하는 단계로 설정한다. 특히 기존 고정밀 공간정보와 다르게 건물의 층, 실내 공간의 부속물 등을 객체화함으로써 보다 많은 활용가능성을 부여한다.

DTS의 LOD4는 건물의 구조를 세분화하고, 관련된 시설물 및 설비, 목적에 따라 부품 수준까지를 구현하는 것으로 설정할 수 있다.

적절한 LOD를 설정하기 위해서는 DTS의 활용목적에 기준으로 추가적인 연구가 필요하다. DTS의 LOD는 건물 등 단일객체 뿐 아니라 지형지물, 건물, 시설물 등을 포함하는 복합공간에 대해서도 설정할 수 있어야 한다.

표 5-1 | LOD별 활용 분야

LOD 구분	LOD 구성	활용 분야	비고
LOD0	 DTM+영상	위치 조회 DATA MASH-UP 영상 기반 변화 분석 스마트 농업 기상 표현 지형 관련 분석 (경사도, 경사향 등)	위치/지형 기반 분석
LOD1	 건물 외곽	도시계획 일조권 분석 전파 분석 바람 시뮬레이션 비행 시뮬레이션 재난 시뮬레이션 (침수, 위험물 확산 등)	광역 도시 단위 분석 시작, 건물 단위 분석, 계정보 표출
LOD2	 건물 상세	LOD1 분석 정밀도 증가 도시 설계 도심 관제 도심 열 분석 일조권 분석 전파 분석 3차원 내비게이션	현실세계 기반 도시 설계, 관제 분야 증가 분석 정확도 증가
LOD3	 창문표현	LOD2 분석 정밀도 증가 세무 서비스 태양전지 에너지 효율 분석 창문 객체 활용 일조, 소음 분석 AR용 모델 데이터	일조 관련 기능 강화, 현실성 강화 정밀도 증가
LOD4	 실내표현	LOD3 분석 정밀도 증가 사람 시야 기반 관련 서비스(게임, 조망, 사생활 침해) VR/AR (문화재, 관광 등 디지털 문화 공간 지원) 시설물 단위 재난(지진, 화재, 대피 시뮬레이션 등) 재해 시뮬레이션 거주 공간 기반 분석(일조, 소음, 창 에너지 분석 등) 3D 지적 및 부동산 관련 서비스 무인 이동체(자율주행, 드론, 이동형 로봇, 물류) 지원 실내 및 지하 내비게이션 보행 환경 분석(휠체어, 유모차 등) ICT 공간 인프라 GEO-IOT 스마트 빌딩, 스마트 제조 분야	개인 생활 공간 응용 서비스 영역 증가

자료: 저자작성

그림출처: Open Geospatial Consortium. 2012. OGC City Geography Markup Language (CityGML) En-coding Standard.

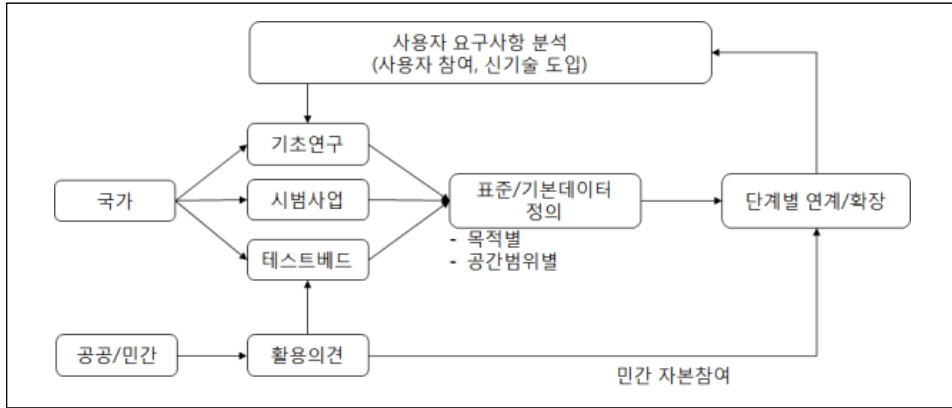
(4) 객체기반 공간데이터 구축

현재와 같이 소위 ‘통판’으로 건물 등을 표현할 경우 데이터가 매우 커지고 데이터의 수정과 검색, 추출 등에 어려움이 생긴다. 따라서 대상을 객체화하여 필요한 부분만을 활용할 수 있어야 한다. 객체기반 데이터는 현실 공간에 있는 물체들을 세분화하여 표현할 수 있으므로 공간의 입체화와 실감효과와도 관련이 있다. DTS의 효용성을 높이기 위해서는 사용자가 필요로 하는 정보만을 선택적으로 제공하는 방안이 필요하며, 이를 위해서는 대상을 객체화 하는 것이 중요하다. 대상의 객체화가 이루어지면 다음으로 이 객체를 전체 공간에 연결해야 한다. 예를 들면 10층 건물을 구축한다면 각 층별로 객체화가 되어야 하고, 각 층은 실내공간정보와 연결되어야 활용성이 높아진다. 사용자는 건물의 외벽에서 각 층을 개별적으로 선택할 수 있어야 하며 선택된 각 층의 내부를 보고자 할 때는 이에 적합한 실내공간정보가 제공되어야 한다.

(5) 실행전략

DTS 구축 및 활용의 실효성을 확보하기 위해서는 국가차원에서 기초연구, 시범사업, 실증사업 등이 순차적이고 다양한 형태로 진행되어야 한다. 시범사업은 공공과 민간이 DTS를 통해 해결하고자 하는 문제를 정의하는 것으로부터 시작할 수 있다. 또한 다양한 사용자를 참여시키고 새로운 기술을 적용하는 것을 적극적으로 고려해야 한다. 시범사업을 통해 목적별, 공간범위별로 대상을 객체화하고 데이터 관련 표준을 정의할 필요가 있다. 데이터와 표준을 정한 후 단위 공간별 DTS를 서로 연계함으로써 공간적인 영역을 확장할 수 있으며, 서로 다른 부문이 복합적으로 작용하는 문제도 해결할 수 있는 능력을 가지게 된다. DTS를 지속가능하게 운영하기 위해서는 민간자본을 활용하거나 민간의 참여를 적극적으로 유도하는 것도 중요하다.

그림 5-4 | 데이터 추진전략



자료 : 저자 작성

3) 센싱데이터

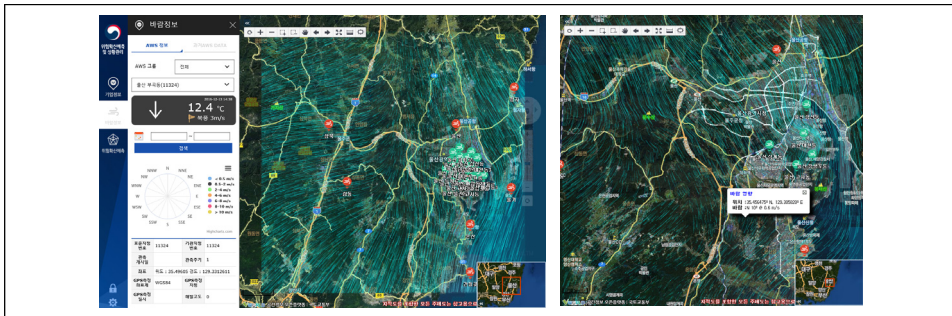
최근 센서를 통해 수집한 데이터를 지도 위에 표출하거나 분석하는 사례가 점점 늘어나고 있다. 2016년 국립재난연구원에서 수행한 ‘IoT 기술 기반 위험확산 예측 및 상황관리 기술 개발’ 연구 사업에서는 재난 유형별로 필요한 센서를 정의하고 유해물질간의 매트릭스 분석을 수행하였다. 또한 대기 및 기상에 관련한 센서와 CCTV 정보를 기반으로 재난 모니터링 기술을 개발하고 이를 공간상에 표출하였다.

이와 같이 DTS에 센싱 데이터를 연계하기 위해서는 실시간으로 데이터를 수집하고 관리하는 방안이 마련되어야 한다. 활용목적에 따라 필요한 센서가 다양하기 때문에 이에 대한 정의가 필요하다. 또한 센서로 부터 유의미한 값을 측정하기 위해서는 센서의 설치장소와 위치도 중요하다. 센서로 부터 데이터를 수집하는 주기와 전송방식 그리고 저장 및 보관하는 방식도 설정되어야 한다.

단일 센싱데이터를 사용할 수도 있지만 대부분은 다수의 센싱데이터를 연계하거나 통합하여 활용할 가능성이 크다. 예를 들어 출입자를 관리하는 시스템이라면 단순 적외선 센서로도 가능하지만 CCTV를 추가하여 적외선 센서의 정보를 보완하는 역할이 필요할 수 있다. 이처럼 서로 다른 센서의 데이터를 통합할 수 있어야 한다. 아울러, 센서

를 관리하는 주체도 매우 다양하다. 도로의 센서는 경찰청, 소방센서는 소방방재청, CCTV는 지방자치단체가 관리한다. 운영주체가 다른 센싱데이터를 통합·활용할 수 있는 제도적 장치도 마련되어야 한다.

그림 5-5 | 실시간 센서 데이터 연동 사례



출처 : 국립재난연구원·이지스, 2016. IoT기술 기반 위험확산예측 및 상황관리 기술 개발 용역성과물 (2017.11.30. 화면캡처)

센서가 수집한 데이터의 오차기준을 설정하여 무결성을 보장하는 방안도 마련되어야 한다. 센서는 설치환경, 주변의 전파 환경, 센서 자체의 결함, 측정오차 등으로 인해 우리가 예상하는 정확한 값을 계측하지 못할 수 있다. 특히 야외에 설치되는 경우 기온, 습도의 변화 등으로 인해 오작동을 일으킬 수 있으며, 부정확한 값을 전달할 수도 있다. 이러한 가능성을 염두에 두고 센싱 값을 보정하거나 오차의 기준을 설정함으로써 데이터의 무결성을 보장하는 방안을 마련해야 한다.

센서와 통신시설의 고장을 고려하여 이중화하는 등의 연결성 확보 방안도 미리 마련해야 한다. DTS에서 센싱데이터는 현재의 상태를 알려주는 것이므로 데이터의 단절은 현재의 정보가 없는 상태를 의미한다. 이 경우 DTS는 단순한 지도의 역할만 수행하게 된다. 특히 도심지의 경우, 전파간 간섭, 전파의 왜곡으로 인한 정보 오류 등이 발생할 수 있으므로 이를 해결할 수 있는 방안을 마련해야 한다.

4) 이력 데이터

일반적으로 통계 데이터는 시계열적으로 기록되기 때문에 변화의 특성을 분석하거나 미래를 예측하는데 활용된다. 마찬가지로 공간의 변화를 분석하고 미래의 상황을 예측하기 위해서는 공간데이터의 이력이 필요할 것이다. 그러나 현재 공간데이터의 대부분이 객체화 되어 있지 않을 뿐 아니라 객체화 되어 있다고 해도 시간을 기록하는 기준과 방법이 마련되어 있지 않다. 시공간이 자유로운 DTS에서는 시간과 공간의 변화를 기록한 이력데이터가 매우 중요하다. 이력데이터는 과거의 상태를 재현할 수 있을 뿐 아니라 미래의 변화를 예측하는데 반드시 필요하다.

속성에 관한 이력은 통계나 행정정보를 통해서 대부분 관리되고 있으며, 이를 객체의 속성으로 연계·활용할 수 있다. 그러나 건물의 소실과 생성 그리고 형태의 변화와 같은 객체에 대한 이력관리는 전무한 상태다. DTS는 객체단위로 구성되고 갱신되어야 효과적으로 유지될 수 있다. 그래야 갱신에 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 과거의 공간을 재현할 수 있다. 시설물 관리 분야에서는 이미 객체단위로 이력관리를 하고 있다. 부품의 수가 많고 복잡한 플랜트 분야에서는 공간정보를 기반으로 시설물을 관리하고 있다. 즉, 시설물을 구성하고 있는 각각의 요소를 객체화하고, 객체별로 고장, 수리, 교체 등의 이력사항을 기록함으로써 시설물을 효과적으로 관리하고 있다.

시공간 분석을 위해서는 시간의 변화에 따른 공간의 변화를 동시에 기록해야 한다. 예를 들면, 시간대별로 사람의 움직임을 기록하는 개인이동정보는 시간과 위치를 동시에 기록한다. 이 데이터를 이용하면 시간대별로 사람들이 공간을 어떻게 이동하는지를 분석할 수 있다. 이와 같이 시간을 포함하는 동적 데이터(x, y, z, t) 모델이 있어야만 한다. 물론 모든 데이터가 이력을 가져야 할 필요는 없다. 시공간 분석이 필요한 경우는 이력데이터가 중요하지만 단순히 위치와 형상이 필요한 경우는 이력을 관리하지 않아도 된다. 따라서 활용목적과 용도에 따라 이력의 관리 유무를 결정해야 한다. 이력데이터는 시간에 따라서 지속적으로 쌓이기 때문에 유지 및 관리를 위한 추가적인 조치가 있어야 한다.

그림 5-6 | 슈퍼맵 플랜트 관리



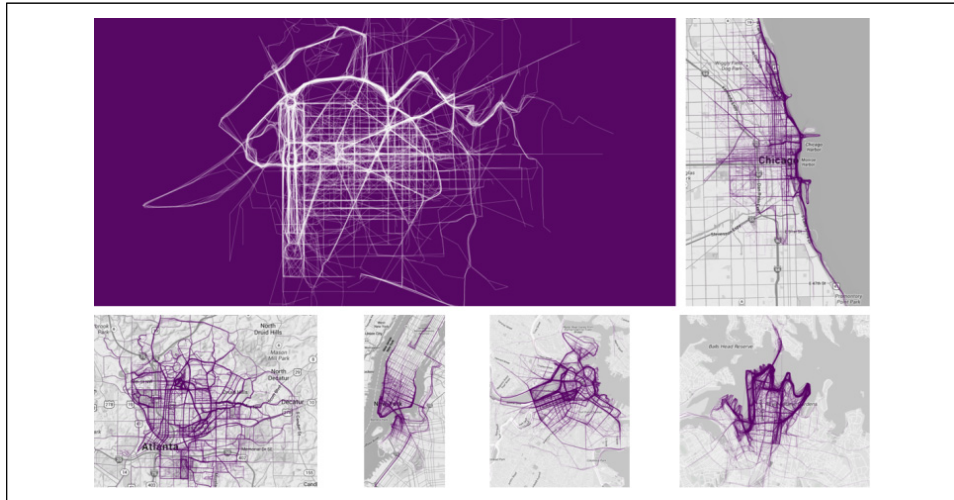
출처 : SuperMap 홈페이지 사례 소개. <http://supermap.co.kr/digitaltwin-supermap/> (2017.11.30. 검색)

5) 빅데이터

DTS의 원활한 운영을 위해서는 직접적으로 연관되는 데이터 외에도 운용 및 활용을 위해 가상공간에서 표현이 가능한 다양한 빅데이터들이 중요하다. 공간정보는 지도에 위치를 표현하는 단순한 기능이 아니라 수많은 데이터 간 의미있는 상관관계를 발견하고 이를 의사결정에 활용하는 데이터마이닝의 역할을 하기 때문에 공간정보의 미래인 DTS에 빅데이터는 필수 요소라 할 수 있다.

공간데이터와 빅데이터의 결합을 통해 다양한 지식과 정보를 얻는 노력이 지속되고 있다. 예를 들어 나이키는 사용자의 러닝 경로 정보를 빅데이터로 분석하여 사람들이 가장 많이 이동하는 경로에 광고판을 설치하는 비즈니스에 활용하고 있다. 따라서 빅데이터의 유형, 빅데이터의 표준, 빅데이터 융합 방식 등에 관한 연구가 있어야만 실질적인 효과를 기대할 수 있다. 빅데이터는 DTS를 구축한 후 운영의 과정에서 수집될 것이다. 따라서 사전에 빅데이터의 수집과 저장 그리고 활용을 위한 연계방안 등을 마련해야 한다.

그림 5-7 | 나이키 러닝 정보



출처 : Where People Run in Major Cities. <http://flowingdata.com/2014/02/05/where-people-run/>
2017.12.21. 검색)

DTS에서 빅데이터를 활용하기 위해서는 먼저 수집한 데이터를 공간데이터로 변환하는 작업을 해야 한다. 빅데이터는 수집하는 과정에서 위치좌표와 같은 공간적 요소를 포함할 수도 있지만 그렇지 않은 경우도 있다. 위치가 주소나 장소 등으로 기록된 경우는 지오코딩이나 경위도 좌표로 변환을 해야 한다.

가끔 특정한 장소나 위치가 사회적 관심사로 부상하는 경우 SNS상에는 특정지역이나 장소를 지칭하는 단어의 사용이 급격하게 늘어나게 된다. 예를 들면, 포항에 지진이 발생한 이후에 ‘포항’이라는 단어가 급격히 늘어났다. 이러한 현상을 DTS에 반영하기 위해서는 특정 단어를 위치 값으로 신속하게 변환하는 장치가 있어야 한다.

빅데이터는 매우 다양한 종류와 형식으로 존재하기 때문에 목적별로 활용이 용이한 분류체계를 확보하는 것이 중요하다. 만약 활용목적에 부합하는 데이터를 추천해 주거나 활용사례를 제공할 수 있다면 DTS에서 빅데이터 활용이 더욱 활발해 질 것이다. 마지막으로 DB의 연계, DB의 클라우드화 등을 통해 활용 가능한 빅데이터를 확보해야 한다. 객체화 수준과 세밀도에 따라 다르겠지만 DTS는 그 자체로 대용량의 데이터일

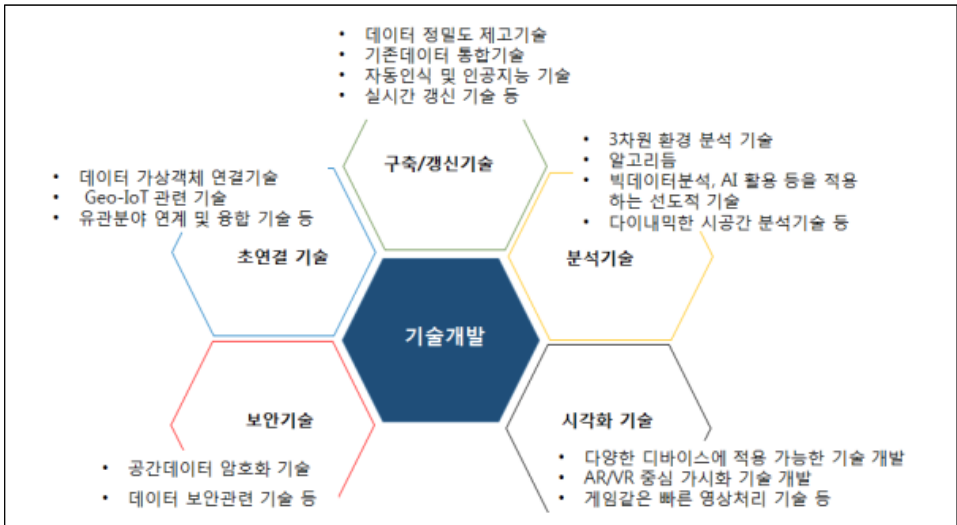
가능성이 크다. DTS를 원활하게 운용하기 위해서 빅데이터를 DTS에 포함하기 보다는 DB 연계를 통해 활용하는 것이 바람직하다. 이 경우 접근의 용이성, 저장 공간의 활용 등을 고려하면 DB의 클라우드화가 가장 바람직하다.

3. 기술 부문 추진 전략

1) 기술의 구성과 추진전략

DTS 관련기술은 가상공간을 구축하고 갱신하는 기술, 데이터로부터 정보를 얻는데 필요한 분석기술, 분석한 결과를 이해하기 쉽고 명료하게 표현하는 가시화 기술, 센서 들과 가상공간의 안정적 연결을 보장하는 초연결 기술, 각종 데이터와 정보를 외부침입 으로부터 막을 수 있는 보안기술 등으로 구성된다.

그림 5-8 | DTS 기술 구성 및 추진전략



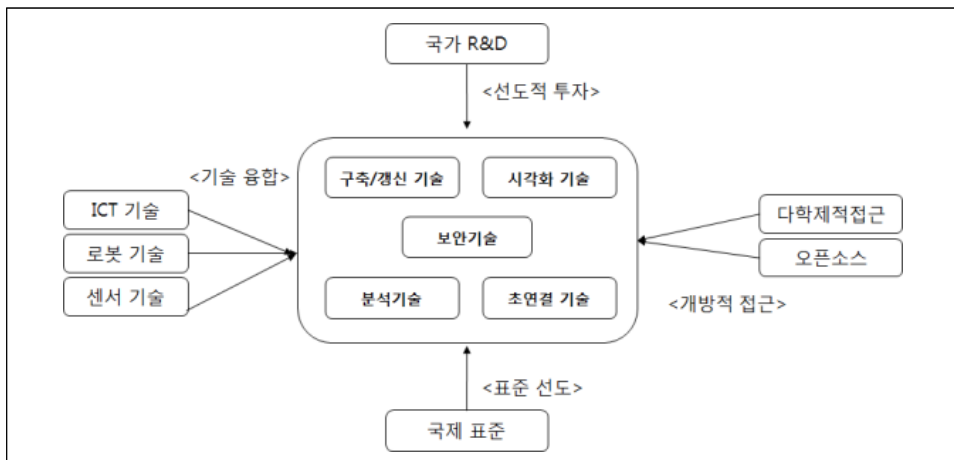
자료 : 저자 작성

DTS기술을 효과적으로 개발하기 위해서는 몇 가지 전략이 필요하다. 첫째, 국가의 선도적 투자가 있어야 한다. 영국과 싱가포르 등은 이미 DTS를 기반으로 국가 및 도시관리를 추진하고 있다. DTS는 미래의 국가 경쟁력에 영향을 미치는 스마트 플랫폼이기 때문에 국가 차원에서 R&D 사업으로 추진하는 것이 가장 바람직하며, 국가 간 기술경쟁력을 감안할 때 글로벌 수준의 기술력을 확보해야 한다.

둘째, 기술의 융합을 고려해야 한다. DTS의 구현을 위해서는 공간정보 기술 뿐 아니라 다양한 센서기술, ICT기술, 로봇기술 등이 서로 융합해야 하므로, 기술간 융합의 특성을 고려하여 개발해야 한다. 이를 위해서 국제 표준을 준수하거나 필요한 경우 국내의 표준을 제정할 수도 있다. 기술의 연계와 통합·활용을 위해서 종합적인 기획 하에 R&D를 수행하고, 성과물을 하나로 통합할 수 있어야 한다.

셋째, 개방적 접근이 고려되어야 한다. DTS는 복합적이고 융합적인 기능을 가지고 있기 때문에 특정 분야의 지식만으로는 개발 및 적용에 한계가 있다. 따라서 공간정보, 컴퓨터 과학, ICT 등 다학제(Multi Disciplinary)적 접근이 중요하다. 또한 다수의 참여와 기술의 공유를 위해서 오픈소스를 활용하는 방안도 모색해야 한다.

그림 5-9 | DTS 기술개발 추진전략



자료 : 저자 작성

2) DTS 구축 및 갱신 기술

데이터의 정확성과 정밀도를 높일 수 있는 기술이 개발되어야 한다. DTS의 정확성과 정밀도가 높아질수록 DTS의 활용도도 높아진다. 특히 분석이나 시뮬레이션을 수행하는 경우 데이터의 품질이 담보되지 않으면 결과를 신뢰하기 어렵다. 최근에는 모바일 매핑 시스템(MMS)에 장착된 센서를 이용하여 데이터를 취득하는 방법이 가장 유용하게 활용되고 있으나, 객체 추출의 자동화와 정확성을 확보하는 것이 주요한 숙제다.

다음으로 기존 데이터를 효과적으로 통합해야 한다. 기존 데이터를 활용하여 DTS를 구축하기 위해서는 우선 데이터를 변환 또는 통합할 수 있어야 한다. 개별적으로 구축된 3차원 공간정보, 실내 공간정보, 지하공간정보 등을 변환 또는 통합하여 DTS를 구현하고 보완하는 것이 보다 효율적이다. 또한 CAD 형식의 BIM은 실내 공간을 구현하는데 매우 중요한 데이터이다. BIM 데이터를 이용하기 위해서는 BIM 데이터의 상대좌표를 절대 좌표로 변환하는 기술을 개발해야 하며, BIM 데이터의 선택적 활용을 통해 적절한 LOD를 구현할 수 있는 변환 기술 역시 개발해야 한다.

그림 5-10 | 여의도 고정밀 데이터



출처 : 이지스, 3차원 기반 공간정보 포털 서비스(www.xdmap.com). (2017.11.30. 검색 및 화면캡처)

또한 자동인식 및 인공지능 기술 역시 중요한 역할을 할 것이다. 현재는 MMS를 통해 취득된 클라우드 데이터로부터 객체를 추출하는 데는 많은 시간과 비용이 소요된다. 수시로 변하는 환경을 신속하게 DTS에 반영하기 위해서는 센싱된 데이터를 공간데이터로 변환하는 시간이 짧아야 한다. 이를 위해서 원시데이터로부터 자동 또는 반자동으로 객체를 추출하는 기술이 필요하다. 향후 인공지능 기술을 적용한다면 객체를 인식하는 시간을 줄일 뿐 아니라 정확도도 높아질 것으로 예상된다.

마지막으로 실시간 갱신 기술을 개발해야 한다. 실시간으로 공간 데이터를 갱신하기 위해서는 사람의 개입이 최소화되어야 한다. 기계가 읽고 판단하여 갱신하는 기술의 개발과 함께 차선이나 도로표식 등도 기계가 인식할 수 있도록 개선되어야 한다.

3) 분석기술

데이터와 정보는 엄밀히 구분됨에도 불구하고 우리나라에서는 데이터와 정보를 포함하여 ‘공간정보’라고 표현하고 있다. 경우에 따라서는 공간데이터는 그 자체가 정보가 되기도 한다. 예를 들면, 고해상도 영상자료는 육안으로 약 70%의 정보를 얻을 수 있다. 그러나 엄밀히 말하면 우리의 뇌가 분석 소프트웨어가 되고, 이를 통해서 알고 싶은 정보를 얻는 것이다. 이처럼 정보는 데이터를 분석하여 얻어지게 되므로 분석기술은 DTS의 핵심역량이라고 할 수 있다.

4차 산업혁명은 5G, 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등의 기술을 활용하여 자율주행차, 스마트 시티, 로봇 등의 관련 산업을 발전시키고 있다. 최신 지능 정보기술과 활용분야를 연결시켜 주는 핵심 인프라가 공간정보기술이다. 예를 들면, 자율주행을 위해서는 정밀 도로지도와 공간 분석 및 인지 기술이 필요하며 사물인터넷, 가상/증강현실 기술을 구현하기 위해서는 3차원 공간데이터와 분석기술의 역할이 추가되어야 한다.

DTS에는 2,3차원 공간데이터뿐만 아니라 실시간 센싱데이터, 속성데이터, 통계데이터, 행정데이터, 빅데이터 등 다양한 데이터가 존재한다. 미래에는 센서와 IoT 기술, 모

바일 기술, 인공지능 기술 등의 발달로 인해서 지금과는 다른 종류와 수준의 데이터가 생겨날 가능성이 높다. DTS는 객체기반의 3차원 공간이면서 시공간이 자유롭기 때문에 다차원의 입체적 분석에 대한 수요가 증가할 것이다.

기술환경의 변화에 따라 데이터의 형태와 차원도 달라질 것이다. <표 5-2>에서 보는 바와 같이 미래의 공간정보는 2차원에서 다차원으로, 물리적 공간에서 사이버공간으로, 정적인 데이터에서 동적인 데이터로, 정형데이터에서 비정형데이터 등으로 데이터의 형태와 차원이 변화할 것으로 예상된다. 따라서 다양한 형태의 데이터 환경에 부합하는 새로운 공간분석기술이 개발되어야 하며, 이러한 데이터와 기술을 기반으로 DTS에서 다양한 정보를 생산할 수 있다.

표 5-2 | 기술환경의 변화에 따른 데이터 형태 및 차원의 변화

현재	미래
2차원	다차원
물리적 공간	Cyber/IoT/ICT 공간
공간(Space)	시공간(Temporal Space)
캡처(Capture)	모니터링(Monitoring)
Snap-Shot	Streaming
정적(Static)	동적(Dynamic/Moving)
Slow	Real-Time
소량(Small)	대량(Large/Big)
정형(Structured)	비정형(Non-structured)
단순한 형식(Simple Format)	다양한 형식(Various Formats)

자료 : 저자 작성

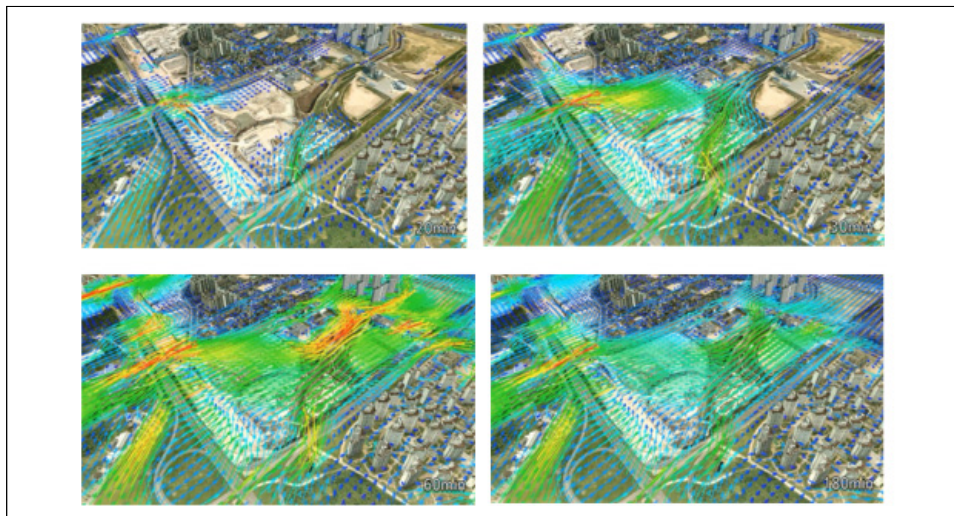
현재 공간분석 기술은 대부분 2차원 공간 데이터를 대상으로 하고 있으며 대부분 안정된 상용소프트웨어를 사용하고 있다. 그러나 3차원 벡터 데이터, 3차원 격자 데이터, 영상자료의 입체적 분석과 관련한 기술은 아직 미비한 실정이다.

차세대 공간분석 기술을 개발하기 위해서는 순차적으로 접근해야 한다. 우선 2차원 벡터, 실내/지하 공간 데이터 등과 같은 기존 데이터의 분석기술을 고도화한 후, 3차원 공간분석을 위한 기반기술과 비정형데이터의 분석과 같은 차세대 공간분석을 위한 신

기술의 개발에 집중하는 전략이 필요하다. 그 과정을 좀 더 자세히 세분하면 다음과 같다. 첫째, 국가공간정보 사업을 통해서 구축한 데이터의 성격과 수준을 분석하고 둘째, DTS에서 요구하는 공간정보 수요를 도출한 후 셋째, 공간정보 수요에 부합하는 분석기술의 리스트를 정하고 우선순위를 고려한 공간분석 기술 로드맵을 작성해야 한다.

또한, 종합적이고 체계적인 계획과 기반기술의 확립, 부가적인 분석기술, 융합·활용 기술 등이 유기적으로 이루어 질수 있는 생태계를 조성해야 한다. DTS 기반의 미래 지능정보사회를 구현하고 글로벌 수준의 공간분석기술을 확보하기 위해서는 ① 고급 인력 양성 및 관리, ② 연구중심의 R&D 체계, ③ 특화된 공간정보 연구기관 지원 등 중장기적인 정책도 필요하다. 특히, 소프트웨어 개발인력을 양성하는데 상당한 시간이 소요되기 때문에 인력양성 전략을 조기에 추진할 필요가 있다.

그림 5-11 | 시공간 분석 예시: 오염물질 확산 경로 예측 모델



출처 : 기상청·이지스, 2016. 수원지역 바람과 열섬 상세정보 산출 영역 성과물 (2017.11.30. 화면캡처)

4) 가시화 기술

가시화(Visualization)는 공간정보의 최대 장점 중 하나다. 우리는 시각적 표현을 통해서 상황을 이해하거나 유용한 정보를 얻을 수 있다. 공간특성을 가시화하면 부가적인 설명 없이도 직관적으로 정보를 얻을 수 있기 때문에 비전문가도 쉽게 아이디어를 제시하거나 의사결정에 참여할 수 있다. 그런데, 공간을 구성하는 객체가 복잡할수록, 제공해야 할 정보가 많을수록, 입체적 요소가 많을수록 가시화가 어렵다. 또한 데이터가 무겁고 클수록, 모바일 장비와 무선통신을 사용할수록 시각적 표현이 느리다. 정보를 충분히 표현하지 못하거나 표현하는 속도가 느리면 사용자와 멀어지게 된다. 따라서 DTS에서 가시화 기술은 사용자에게 직접적인 영향을 미치기 때문에 중요하게 다루어야 할 과제다.

최근 3차원 공간데이터를 구축하고, 객체와 관련한 정보를 입체적으로 표현하는 기술에 관심이 집중되고 있다. 예를 들면, 2차원 지도는 평면에 장소, 이름 등을 표현했지만 3차원에는 입체적으로 POI를 표현해야 한다. 이를 위해서 건물의 3차원 위치에 해당 POI를 표기하는 ‘3D POI’가 개발되고 있다.

그림 5-12 | 기존 위치정보 표기(왼쪽)와 3D POI(오른쪽) 표기



출처 : 이지스, 2016. 공간정보 오픈 플랫폼 기반 시범 시스템 개발 용역성과물 (2017.11.30. 화면캡처)

가시화 기술을 개발하기 위해서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다. 첫째, 다양한 기기에 적용이 가능한 가시화 기술이 개발되어야 한다. 언제 어디서나 어떤 기기로

활용하더라도 일관된 서비스를 제공할 수 있는 가시화 기술이 중요하다. DTS를 활용한 서비스는 모바일 기기에서 활용될 가능성이 매우 높다. 모바일 환경에서는 표출대상 데이터의 압축과 선택적 표출 기술 등이 필수적 요소이다.

둘째, AR/VR을 고려한 가시화 기술이 개발되어야 한다. AR/VR은 미래의 서비스 기술로 주목받고 있으며, 사용자에게 실제와 같은 느낌을 주기 때문에 향후 DTS의 주요한 표현 방식이 될 것이다. 따라서 DTS의 가시화는 AR/VR로 표출될 가능성이 매우 높기 때문에 이를 위한 기술을 개발해야 한다.

마지막으로는 인터넷 게임처럼 빠른 영상처리 기술과 데이터를 압축, 검색, 운용할 수 있는 기술 등이 개발되어야 한다. 또한 방대한 이미지 데이터의 선택적 검색, 검색된 데이터의 선택적 표출, 선택되지 않은 데이터에 대한 압축 및 표출 등에 대한 기술을 지속적으로 개발해야 한다. 현재 MMS에서 생산되는 3차원 데이터 처리의 대부분은 외산 소프트웨어에 의존하고 있다. 향후 증가하는 3차원 공간정보의 수요를 고려한다면 하드웨어와 소프트웨어를 국내에서 개발해야 한다.

5) 초연결 기술

종전의 3차원 공간정보는 현실세계를 정적인 형태로 표현한 것인데 비해 DTS는 사이버공간의 객체와 현실세계가 연결되어 있다는 점에서 다르다. 초연결 기술이 없었다면 현실세계와 가상세계를 연계한 사이버물리시스템은 세상에 나타나지 않았을 것이다. 따라서 초연결 기술은 DTS의 필수적 요소이다. 국내외 정보통신 기업들은 초연결을 위한 통신 인프라를 개발하고, 초연결 서비스 시장을 선점하기 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 대표적인 예로, ‘커넥티드 카(Connected Car)’를 들 수 있다. 자동차 내부의 모든 장치가 서로 연결되어 있는 것은 물론이고, 외부에서 자동차의 상태를 모니터링하거나 원격으로 문제를 해결하기도 한다. 이와 같은 초연결 기술 때문에 DTS를 구상하고 제안할 수 있게 된 것이다.

본 연구에서 초연결의 대상은 DTS상의 객체와 현실세계의 데이터로, 이를 어떻게

효과적으로 연결할 것인가가 중요하다. DTS에는 매우 많은 객체와 이와 관련된 데이터가 존재할 것이다. 객체와 데이터를 얼마나 효율적으로 연계하고 관리할 수 있는지가 DTS 운용의 핵심이 될 것이다. 따라서 초연결을 위해 우선적으로 객체와 데이터의 연계에 대한 기술을 개발해야 한다.

다음으로는 실시간 상태정보를 취득하는 기술이 중요하다. IoT 기술은 빠르게 발전하고 있지만 아직까지 공간적인 요소를 고려하지 못하는 한계가 있다. 예를 들면, 자동차에 부착된 센서를 통해서 수집된 교통정보가 실시간으로 DTS에 반영되기 위해서는 정확한 위치와 주변환경의 정보가 필요하다. 이때 위치정보와 함께 수집된 교통정보를 프로세스 할 수 있는 기능이 센서에 장착되어 있다면 필요한 정보를 가공해서 DTS로 보낼 수 있으며, 이 경우 별도의 데이터 처리 없이 바로 DTS에 반영되므로 시차가 발생하지 않을 뿐 아니라 데이터가 가벼워서 속도도 빠르고 전송에 필요한 에너지도 최소화할 수 있다. 이러한 과정을 지원하는 기술이 Geo-IoT 기반 실시간 정보의 연계·통합 기술이라고 할 수 있다.

또한, 유관분야의 데이터와 연계 및 융합하는 기술을 개발해야 한다. DTS의 활용을 높이기 위해서는 관련된 분야의 다양한 데이터를 연계·융합하는 것이 중요하다. 이를 통해 더욱 풍부한 서비스를 제공할 수 있다.

초연결을 기반으로 수집되는 다양한 데이터를 연계하고 통합하는 플랫폼 기반 서비스 기술이 개발되어야 한다. DTS는 수없이 많은 기기들로부터 데이터를 수집하게 될 것이며, 이에 따른 엄청난 양의 데이터를 직접 수용하기에는 한계가 있다. 따라서 데이터를 클라우드에 저장한 후 활용목적에 따라 연계하거나 통합하는 플랫폼의 기능이 필요하며, 이와 관련한 기술이 개발되어야 한다.

6) 보안기술

DTS에는 공간데이터를 비롯하여 센싱데이터, 통계데이터 등 다양한 데이터가 존재하기 때문에 개인정보는 물론, 안보와 관련된 내용이 포함될 수밖에 없다. 특히, 우리나

라는 다른 나라에 비해 국가안보와 관련된 공간정보의 공개에 매우 민감하다. DTS 구축 및 운영 시 이러한 정보에 대한 철저한 보안책이 없다면 DTS의 가치가 훼손될 우려가 있다. 따라서 DTS를 위한 보안기술의 개발은 필수적 사항이다.

보안과 활용은 동전의 양면과도 같다. 보안을 강화하면 활용이 제한되고, 활용성을 높이면 보안위험이 높아진다. DTS는 가능한 많은 분야와 사람들이 활용하게 될 것이므로 보안의 위협 또한 증가하게 될 것이다. 따라서 활용성을 저해하지 않는 보안기술의 개발이 중요한 과제다. DTS의 특성을 고려할 때 두 가지 접근방법이 있을 수 있다.

하나는 DTS 구조 속에서 주요 정보나 주요 객체에 대한 보안을 강화하는 방법으로, 정보에 대한 제공 여부를 현재와 같이 지정하는 방식이다. 이 방식은 기술보다는 제도를 기반으로 운영되기 때문에 최초로 보안수준을 정할 때 많은 고민이 필요하다. 다른 방법은 신기술을 도입하여 보안을 강화하는 것이다. 4차 산업혁명의 주요 기술 중 하나인 블록체인(Block Chain) 기술이 이에 해당한다. 블록체인은 네트워크를 통해 관리되는 분산형 데이터 기술로써 비트코인을 통해 그 실효성이 입증되고 있다. 블록체인 기술은 현재 은행 지불 시스템, 사이버 보안, 보험, 개인운송, 클라우드 스토리지 등 다양한 분야에서 활용 중이다. 따라서 DTS에 블록체인 기술을 적용하는 방안을 모색해야 한다.

보안기술의 개발을 위해서는 공간데이터에 대한 암호화 기술이 개발되어야 한다. 현재는 데이터의 해상도나 위치에 따라 공개를 제한하고 있다. 이 방식은 해당 공간에 대한 서비스를 제약하는 원인이 되고 있다. 이를 보완하는 방안으로, 서비스는 제공하되 공개하지 않아야 할 정보를 암호화하는 기술을 개발하여 적용하는 것이다. 공개하기 어려운 정보를 암호화하거나 가상화해서 서비스 한다면 활용을 제한하지 않으면서 정보를 보호하는 효과를 거둘 수 있을 것이다.

다음으로는 해킹 등으로부터 데이터를 보호하는 보안기술이 중요하다. DTS상에 존재하는 데이터를 해킹하는 보안사고가 발생할 경우 그 피해를 예측하기 어렵다. 특히 사이버공간을 통해서 실제 교통상황이나 시설물 등을 제어할 경우 해킹은 심각한 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 DTS에 대한 사이버 보안 기술의 개발이 필요하다.

4. 서비스·활용 부문 추진 전략

1) 서비스 구성과 추진전략

DTS의 활용은 크게 공공부문과 민간부문으로 구분할 수 있다. 국가공간정보사업은 공공과 민간 부문에서 모두 활용할 수 있는 공간정보 인프라를 제공하지만 직접적인 활용대상은 중앙정부와 지방자치단체 등 공공기관이다. DTS는 사용자와 사용목적이 분명하지 않으면 지속가능성을 담보할 수 없다. 지금까지 공간데이터는 누군가가 활용할 것이라는 가정 하에서 정부가 일방적으로 제공해 왔다. 국가기본도는 공간정보의 기준을 제공하기 때문에 정부가 제공하는 것이 옳다. 그러나 실내공간정보, 3차원 공간 정보 등은 이러한 공간정보의 공급자와 사용자 간 불일치 문제를 해소하기 위해서 사용 주체가 주도하고 정부가 지원하는 형태로 정책방향이 바뀌어야 한다.

DTS는 중앙정부와 지방정부가 행정업무와 대국민 서비스를 시행하는 협업의 플랫폼 기능이 우선되어야 한다. 스마트 시티가 가장 좋은 사례다. 스마트 시티는 지자체가 주도하고 정부가 지원을 한다. DTS도 지방자치단체가 운영주체가 되어서 구축·운영하는 것이 가장 바람직하다. 다만 전국적으로 일관된 DTS를 구축하기 위해서 이해관계 부처, 중앙정부와 지방정부간 협력적 거버넌스 체계를 마련해야 한다.

민간부문은 정부가 공개하는 DTS를 활용해서 새로운 비즈니스와 서비스를 개발할 수 있다. 공공에서 개방하는 데이터가 민간의 요구수준에 미치지 못할 경우, 정보를 추가하거나 세밀도를 높이는 등 추가적인 공정이 필요할 수도 있다. 그러나 DTS는 기업들의 부담을 크게 덜어줄 뿐 아니라 적은 비용으로 아이디어를 사업화할 수 있는 기회를 제공하게 될 것이다.

공공은 민간에게 최대한 DTS를 공개하고 민간은 DTS의 구축과 갱신에 적극 참여함으로써 서로에게 경제적 이익을 줄 수가 있다. 특히 민간은 사용자로서 DTS의 문제점을 피드백 하고, 공공부문에서는 이를 즉시 반영함으로써 DTS의 신뢰도를 제고할 수 있다. DTS는 구축하는데도 상당한 예산이 소요될 뿐 아니라 유지·관리·갱신하는데도

지속적으로 예산이 투입된다. 따라서 공공의 예산부담을 줄이기 위해서 민간의 자본을 활용하는 방안도 모색해야 한다.

그림 5-13 | DTS 서비스 구성과 추진전략



자료 : 저자 작성

2) 공공부문 서비스

국민들이 체감하는 공공행정서비스의 대부분은 지방자치단체가 담당한다. 공공행정 업무의 약 80%는 공간데이터를 활용하고 있다. 교통, 환경, 수자원, 상하수도, 시설물관리 등의 분야에서는 공간정보 기반 정보시스템을 구축·운용하고 있다. 국토교통부는 지자체의 각 분야별 공간정보를 효과적으로 공유·활용하기 위하여 국가공간정보통합시스템을 구축한 바 있다. 현재는 2차원 벡터 데이터로 구성되어 있지만 미래에는 실제 공간과 거의 유사한 3차원 사이버 공간에서 모든 데이터를 융합·활용하는 DTS로 발전하게 될 것이다. DTS는 도시계획, 교통계획, 토지이용계획, 인구계획, 환경계획, 수자원 및 하천관리 계획 등 모든 분야의 계획을 수립하고 상황을 모니터링하는 플랫폼이 될 것이다. DTS를 통해서 상태를 모니터링하고 문제점을 진단하며 개선방안을 모색할 수 있다. DTS는 모든 부문의 데이터를 통합·저장·공유·활용할 수 있는 통합플랫폼이 되

고, 이 위에서 부서간 협업이 이루어지게 된다. DTS는 지자체 행정업무에 대한 사이버 물리시스템구현의 기반이다. DTS를 통해서 스마트한 행정과 공공서비스를 제공함으로써 시민들은 보다 안전하고 편리하며 쾌적한 삶을 즐길 수 있다. 이것이 스마트 시티이며, 스마트한 사회이다.

DTS는 소방, 재난안전, 경찰 등 공공서비스의 플랫폼으로 활용될 것이다. 예를 들면, 건물의 설계도면이나 BIM을 이용하여 공공시설이나 건물의 3차원 객체정보를 구축하고 VR기술을 활용하여 가상의 소방훈련을 실시할 수 있다. 실제로 화재가 났을 때 소방관들이 AR기술을 이용하여 건물에 진입하고 연기로 가득한 실내공간의 출입구를 찾는 등 소방업무를 효율적으로 수행할 수 있다.

현재 국토교통부, 행정안전부, 산업자원부 등 3개 부처가 공동으로 3차원 공간정보를 활용하여 각 부서에서 필요로 하는 서비스를 개발하는 다부처 공동 R&D 사업을 추진하고 있다. 해당사업에서 국토교통부는 활용부처가 필요로 하는 3차원 공간데이터를 제공한다. 행정안전부는 실내공간정보를 기반으로 소방과 재난안전을 위한 소방시설관리시스템을 개발하고, 산업자원부는 3차원 공간정보를 활용하여 기차운행과 항공기의 비행훈련을 위한 시뮬레이터를 개발하는 사업이다. 이처럼 DTS는 모든 공공기관의 협업 플랫폼이 될 것이다.

기본적으로 국토교통부와 같은 특정 부처에서 국가 전체의 DTS를 구축·제공하는 것이 바람직하다. 그러나 광범위한 지역의 DTS를 구축하는 데는 시간이 오래 걸릴 뿐 아니라 수시로 변하는 지형지물을 특정부처가 주관하여 갱신하는 것은 불가능하다. 따라서 지자체가 해당지역의 DTS를 구축·운영·갱신하고 전담기관에서 각 지자체의 DTS를 통합하여 제공하는 것이 현실적인 대안이다. 이 경우, DTS를 구축하고 활용하는 기관 즉, 중앙부처간, 중앙부처와 지자체 간 합의에 의한 역할분담 등 거버넌스 체계가 필요하다.

3) 민간부문 서비스

정부 3.0정책에 의거, 공공기관이 보유하고 있는 공간데이터를 적극적으로 개방하고 있지만 보안문제, 데이터 변환문제 등으로 인하여 기대했던 만큼 활용빈도나 효과가 크지 않다는 의견이 제기되고 있다. 이러한 비판은 데이터의 품질 자체에 대한 문제라기보다는 수요자가 원하는 정보를 찾을 수 없거나 원하는 수준으로 제공되지 않고 있기 때문이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 무엇보다 수요자와 그들의 요구사항을 지속적으로 파악하여 반영해야 한다. 그러나 민간의 요구사항은 매우 다양한 범위와 수준으로 발생하기 때문에, 이를 모두 다 만족시키는 것은 불가능하다. 따라서 국가는 적절한 수준을 설정하고 민간 자본을 활용하여 DTS를 공동으로 구축하는 방안을 모색해야 한다. 더불어 활용을 유도하기 위한 다양한 제도적 지원 및 인센티브, 규제 완화 등을 적극적으로 검토하고, DTS에 민간의 참여를 독려할 수 있는 방안을 마련해야 한다.

DTS의 개방수준을 설정하는 데 있어 민간의 참여가 중요하다. 이는 사용자가 필요로 하는 데이터를 개방, 제공하는 것이 활용을 위한 첫걸음이기 때문이다. 다음으로 DTS의 구축, 갱신, 활용에 걸쳐 민간기업 및 시민의 참여를 유도해야 한다. 또한 이 과정에서 다양한 의견을 수렴하고 반영할 수 있는 피드백 체계가 형성되어야 한다. 이를 통해 사용자의 요구사항을 수집하고 지속적으로 모니터링 하여 DTS를 발전시켜야 한다. 마지막으로 DTS가 비즈니스 플랫폼으로 활용될 수 있음을 인식하여 새로운 시장을 형성하고 가치를 창출할 수 있는 기반이 될 수 있음을 강조해야 한다.

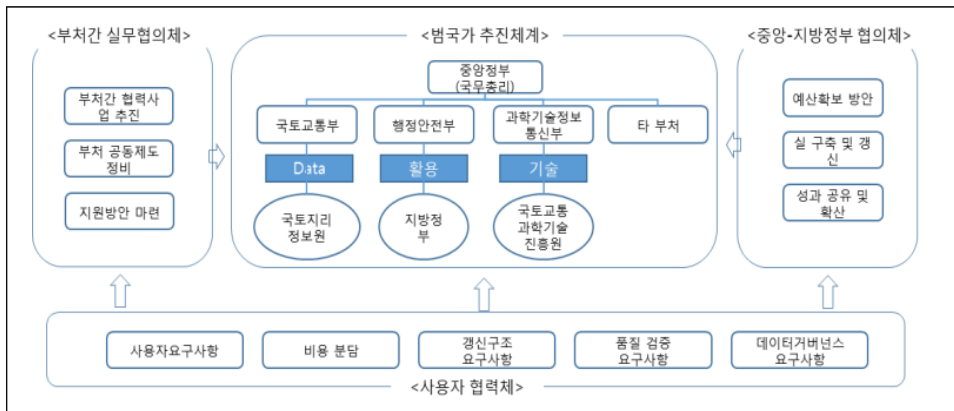
4) DTS 거버넌스

DTS는 다양한 데이터를 수집하고 관련 기술을 개발하며 다양한 사용기관과 시민이 참여하기 때문에 특정 부처를 중심으로 추진하는 데는 한계가 있다. 따라서 범부처가 협력할 수 있는 거버넌스 체계를 마련하는 것이 매우 중요하다. DTS 거버넌스 체계의 핵심은 역할의 분담과 협력이다. 참여자들에게 적절한 역할을 배분하고 각 참여자가

충실히 역할을 수행하며 그 과정에서 발생할 수 있는 문제들에 대해 다양한 채널을 통해 협력적으로 해결하는 것이 중요하다. 이를 위해 필요한 것은 참여자들의 적극적인 의지이다. 모든 참여자들이 DTS가 미래임을 인식하고 이를 능동적으로 추진해야 한다. 그러나 실제로는 부처 이기주의, 예산확보, 수익성 등 현실적 문제로 인하여 자발적인 참여나 협력이 어려울 수 있다. 따라서 지속적인 홍보와 동시에 제도적 장치를 통해서 참여를 이끌어 낼 수 있는 방안이 마련되어야 한다.

본 연구에서는 DTS 추진을 위한 범 국가 차원의 거버넌스를 <그림 5-14>와 같이 제안한다. 국토교통부는 현재와 같이 공간데이터를 담당하고, 과학기술정보통신부는 DTS 관련 기술개발을 담당한다. 행정안전부는 지자체의 DTS 참여와 활용을 담당하고 환경부, 산업자원부, 문화관광체육부 등 여타 부처는 DTS 활용부처로서 의견을 개진하고 의사결정에 참여하며 예산을 분담한다. 부처의 협력과 역할분담은 국무총리가 총괄한다. 중앙부처와 함께 전문기관도 참여해야 한다. 국토지리정보원은 공간데이터, 국토교통과학기술진흥원은 기술 R&D를 담당한다. 지방정부는 중앙정부가 법제도를 마련하고 예산을 지원할 때 추진력을 갖기 때문에 중앙정부와 지방정부간 협의체를 구성하여 협의를 지속해야 한다.

그림 5-14 | DTS 거버넌스



자료 : 저자 작성

공공기관 간 거버넌스 체계는 제도가 수반되어야 한다. 제도화되지 않는 정책이나 규정은 제약으로 작용할 수 있다. 특히 의사결정권자의 잦은 변경, 지속적 예산확보의 어려움 등은 지속적이고 안정적인 사업 추진의 저해요인이 된다. 따라서 거버넌스 체계를 제도화함으로써 정책 환경의 변화에도 흔들리지 않는 지속적인 추진 동력을 마련해야 한다.

거버넌스 참여자 모두에게 이익이 될 수 있는 구조를 제시해야 한다. 어느 한쪽으로 치우치지 않게 책임과 권리를 적절하게 배분해야 한다. 중앙부처가 주도한 공간정보 구축사업의 경우, 지방자치단체에게 예산을 지원하는 등 이득을 제공한 부분도 있으나 시스템의 유지보수 비용을 지방정부가 부담하게 됨으로써 해당사업이 부실하게 운영되었던 사례도 있다. 따라서 거버넌스 체계에는 참여자들의 이익과 책임, 권리 등을 명확하게 설정하고, 참여자들의 의견을 반영하여 지속적으로 관리하는 것이 중요하다.

마지막으로 사용자들의 의견을 체계적으로 수집하고 반영할 수 있는 ‘사용자 협력체’를 만들 필요가 있다. 사용자의 요구사항이 DTS에 지속적으로 반영되어야 바람직한 방향을 발전할 수 있다.

5. DTS 452 전략 추진 로드맵

1) DTS 기반 조성기

2018년부터 2020년까지는 DTS 기반을 조성하는 시기이다. 기반 조성기에는 DTS 추진체계를 구성하고, 구체적인 추진방안을 마련하기 위해서 기획연구와 실증연구, 시범사업 등을 추진해야 한다. 추진체계는 앞서 제안한 바와 같이, 범국가적으로 구성되 가능한 참여주체들 간 합의에 의해서 구성하는 것이 바람직하다. 지금까지 공간정보 구축사업은 주로 중앙정부가 일방적으로 추진하거나 지자체가 최소한의 비용을 부담하면서 참여하는 형식이었다. 이와 같은 일방적, 하향식 추진은 신속하게 사업을 추진할 수 있지만 운영주체의 소극적 참여로 지속적인 활용과 유지관리가 취약할 수 있다. 따라서 참여자들의 합의하에 진행하는 것이 가장 합리적이다.

기획연구에는 어떤 공간을 대상으로, 어떠한 목적으로, 어떠한 수준까지 DTS를 구축해야 하는지, 가용한 데이터는 어떤 것이 있는지, 어떠한 방향으로 구축을 진행해야 하는지 등을 검토해야 한다. 이 연구에는 공간정보 분야의 전문가뿐만 아니라 ICT전문가 등 유관기술 분야와 다양한 활용분야의 전문가들이 함께 참여해야만 종합적인 추진방안을 모색할 수 있다.

기획연구에 이어서 실증연구를 수행해야 한다. 실증연구는 일종의 테스트베드 지역을 대상으로 DTS를 구축하고 활용함으로써 현재 가용한 데이터를 점검하고 향후 사업의 추진과정에서 발생할 문제점을 점검한다. 또한 DTS의 활용을 통해서 실효성을 검토한다.

2) DTS 성숙기

2021년부터 2025년까지 본격적으로 DTS를 구축하고 활용하는 ‘성숙기’에 해당한다. 성숙기에는 기반 조성기에서 수행했던 실증연구를 기반으로 시범사업을 확대하여 구체적인 시행방안을 마련하고 동시에 기술개발을 추진해야 한다. 시범사업을 통해서 DTS 구축 및 운용을 위한 데이터 모델과 표준, 기술수요, 추진절차, 법제도 등 구체적인 방안을 마련해야 한다. 시범사업은 앞서 수행한 기획연구와 실증연구를 기반으로 수행하고, 사업을 추진하는 과정에서 나타날 수 있는 시행착오를 최소화하는 방안을 모색해야 한다.

DTS에는 다양한 기술이 존재하고 국가 R&D로 기술을 개발하는데 대략 4~5년이 걸린다는 점을 고려할 때 기술개발을 위한 종합적 연구기획이 선행되어야 한다. 또한, 기술의 중요도와 시급성을 고려하여 우선순위를 정하고, 우선적으로 개발된 기술을 시범사업에 적용하여 효용성을 검증하는 것이 바람직하다.

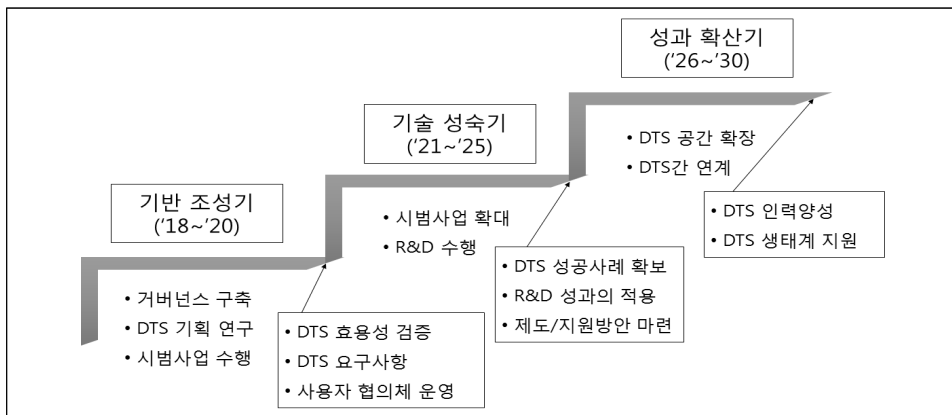
성숙기에 DTS의 성공사례를 확보하는 것이 중요하다. 시범사업을 통해서 사회적 이슈를 해결하거나 스마트한 서비스 등을 선보임으로써 신뢰와 공감대를 얻을 수 있다. 이러한 성공사례는 DTS를 전국적으로 확산하고 사회적으로 활용하는데 큰 추동력이 될 것이다.

3) DTS 확산기

2016년부터 2030년까지는 DTS를 전국적으로 확산하고 보편적으로 활용하는 시기다. 이 시기가 되면 IoT, 인공지능 등 지능정보기술이 보편적으로 활용될 것이기 때문에 DTS 기술과 융합하여 다양한 형태의 서비스와 비즈니스를 만들어가게 될 것이다. 이 시기에는 우리가 걱정했던 문제들이 새로운 기술의 도입으로 대부분 해결될 것으로 생각된다. 예를 들면, 드론과 자율주행자동차가 보편적으로 활용됨에 따라 실시간으로 3차원 공간데이터가 갱신될 것이다. 5G를 통해서 센싱데이터와 빅데이터가 즉각 DTS에 반영되어 실시간으로 실제공간을 모니터링하고, 문제가 발생하는 즉시 대응할 수 있을 것이다.

확산기에 들어서면 DTS의 민간활용이 본격화될 것으로 예상된다. DTS를 기반으로 새로운 서비스와 산업이 생겨날 것이다. DTS는 민간의 초기 투자비를 최소화할 수 있고, 아이디어만으로도 비즈니스에 도전할 수 있기 때문에 스타트업 기업들에게 도전의 기회를 제공하게 될 것이다. DTS에는 공간정보 뿐만 아니라 5G, IoT, 인공지능 등 다양한 기술이 존재하기 때문에 기술과 활용분야 간 융복합을 통해서 상품과 서비스를 만들어 가는 새로운 형태의 산업생태계가 조성될 가능성이 매우 클 것으로 기대된다.

그림 5-15 | DTS 452 전략 추진 로드맵



자료 : 저자 작성



6

CHAPTER

결론 및 향후 과제

1. 결론 및 정책제언 | 125

2. 연구의 한계와 향후 과제 | 128

결론 및 향후 과제

본 장에서는 연구의 주요내용과 제안된 정책방안들을 요약·정리하였고 본 연구의 한계와 연구결과의 제한적인 부분들에 대해 언급하였다. 또한 본 연구에서 부족한 부분을 보완하면서 실효성을 확보할 수 있는 향후 과제의 추진방향을 제시하였다.

1. 결론 및 정책제언

1) 주요 연구내용

본 연구는 4차 산업혁명과 다가오는 지능정보화사회에 효과적으로 대응할 수 있는 국가공간정보의 중장기 전략을 모색하는데 목적이 있다. 먼저, 4차 산업혁명과 미래 사회변화에 대한 국내외 전문가의 의견을 종합하여 지능정보사회의 특성과 변화를 분석하였다. 4차 산업혁명은 초연결, 초융합, 초지능에 의한 ‘사이버물리시스템’에 기반하고 있다. 사이버물리시스템은 하드웨어와 소프트웨어의 융합을 통해 기존 시스템을 획기적으로 개선하고, 이를 통해서 생산성과 효율성을 높이는 시스템이다. 초기에 생산 공정이나 산업시설의 관리 등에 적용되던 사이버물리시스템이 사회의 각 분야에 적용되기 시작하면서 스마트 사회를 견인하고 있다.

공간정보 사용자의 수요와 공간정보 관련기술의 발전 동향을 고려하여 공간정보의 미래를 전망하였다. 그 결과, IoT, VR, AR, AI 등의 기술 발전으로 인하여 현실공간과 가상공간의 융합·활용 경향이 뚜렷하게 나타났다. 이러한 경향은 4차 산업혁명의 기반

이 되는 사이버물리시스템과 같은 맥락이다. 사람들은 실제 공간의 제약을 극복하기 위해서 가상세계를 활용하고, 가상의 세계에서 실제공간의 운영시스템이나 장치를 제어하기도 한다. 공간정보는 현실세계를 사이버 공간으로 구현할 수 있는 유일한 수단이자 현실세계와 가상세계를 연결하는 플랫폼이다. 이러한 분석결과에 의거, 차세대 공간정보는 스마트 사회를 위한 Geo-CPS의 플랫폼이 될 것으로 전망된다.

본 연구에서는 차세대 국가공간정보의 전략으로 ‘디지털 트윈 공간(Digital Twin Space, DTS)’을 제안하였다. DTS는 현실세계를 디지털로 구현한 가상공간으로, 사이버물리시스템의 사이버시스템에 해당한다. DTS는 3차원 공간데이터로 구현되며, 가상공간의 건물과 현실세계의 건물이 1:1로 연결된다. 현실세계로부터 수집된 데이터는 DTS에서 저장·가공·분석·시뮬레이션 등을 통해 상태를 모니터링, 진단하고 문제의 해결방안을 찾는다. 그리고 DTS에서 얻은 지식과 정보를 현실세계에 반영하여 문제를 해결하거나 운영을 최적화한다. DTS는 교통, 환경, 에너지, 재난재해 등 사회 모든 분야의 정보를 통합·활용하는 협업 플랫폼이다.

DTS는 새로운 개념이 아니라 미래의 수요와 기능에 부합하도록 기존 공간정보의 개념을 재정립한 것이다. IoT, Cloud, Big Data, VR, AR, AI 등 첨단기술을 최대한 활용하여 공간정보의 미래 수요에 부응할 수 있는 모습을 제시하였다.

DTS를 구현하기 위해서는 데이터의 구축·수집·갱신과 관련기술의 개발이 필요하며, 사용자를 중심으로 협력적 추진체계를 구성해야 한다. 실감형 사이버공간을 만들고 사이버 상의 건물과 실제 건물을 서로 연결하는 일은 결코 쉽지 않은 과제다. 그러나 본 연구는 지능정보 기술이 보편화되는 2030년을 목표로 하고 있으며, 기술의 발전속도를 감안할 때 충분히 가능할 것으로 판단된다. 2030년이 되면, 센서를 장착한 자율주행차가 도로를 달리면서 주변정보를 수집하고 5G를 통해 실시간으로 클라우드에 저장하게 될 것이다. 인공지능은 클라우드에 저장된 데이터를 분석하여 자동으로 DTS의 상태를 업그레이드 할 것이다. 구글이 자율주행차를 이용하여 도시의 모든 데이터를 수집하겠다는 의도를 생각하면 쉽게 이해할 수 있다.

끝으로, DTS는 현행 국가공간정보와의 연속성을 유지하면서 미래 지향적으로 전환

되어야 한다. 이를 위해서는 공간데이터의 구축 및 갱신방법을 개선하고 관련기술을 개발하며, 사용자가 중심이 되는 협력적 거버넌스 체계가 필요하다.

2) 정책제언

본 연구를 통해서 얻은 정책적 시사점은 크게 세 가지다. 첫째, 공간정보의 본질적 가치에 집중해야 한다. 글로벌 기업 아마존의 베저스 회장은 ‘변하지 않는 가치’에 집중하는 것이 중요한 기업전략이라고 강조했다. “소비자는 양질의 값싼 물건을 빠르게 배송받기를 원한다”는 변하지 않는 고객특성을 고려한 전략을 수립해야 한다는 것이다. 마찬가지로 공간정보가 어떤 형태로 변하든, 어떤 기술과 융합하든 변하지 않는 가치를 고려한 정책이 되어야 한다. 사용자는 최신의 정확·정밀한 공간정보를 편리하게 활용하기를 원하며, 이것은 과거나 지금이나 변하지 않는 사실이다. 만약 공간정보 정책이 융합의 대상과 관련기술 등을 지나치게 의식한다면 변하지 않는 가치에 집중하지 못하는 우를 범할 수도 있다. 기술의 융합은 각각의 기술이 올바르게 발전할 때 융합의 가치가 커지는 것처럼, 더 정확하고 정밀하고 최신성을 갖춘 공간정보일수록 융합효과가 커진다. 따라서 공간정보 정책은 공간정보의 변하지 않는 가치를 더욱 높이는데 집중해야 한다.

둘째, 거버넌스의 중요성이다. 초연결은 기술의 융합을 촉진시키고, 기술의 융합은 사회의 각 부문 간 연계와 융합을 촉진시키고 있다. 모든 것이 연계되고 융합되는 환경에서는 다양한 이해관계자가 존재하게 되고, 이들의 거버넌스 체계가 성공을 좌우할 수밖에 없다. 예를 들면 스마트 시티는 도시의 각종 정보가 하나의 플랫폼 위에 통합·활용되어야 시너지 효과를 거둘 수 있다. 그러나 환경시설은 환경부, 도로시설은 경찰청과 국토교통부, 에너지 시설은 산업통상자원부 등으로 소관부처와 운영주체가 각기 다르다. 만약 데이터의 관리 주체들 간 협력적 거버넌스가 형성되지 않는다면 스마트 시티가 원활하게 발전할 수 없다. DTS 역시 구축하는 단계에서부터 활용하는 단계까지 다양한 기관과 사용자가 참여한다. 종전의 공간정보 구축사업과 같은 일방적인 추진체

계로는 성공하기 어려운 구조다. 따라서 데이터, 기술개발, 활용 등 모든 과정과 단계에서 협력적인 거버넌스를 구축하는 것이 성공의 열쇠가 될 것이다.

마지막으로 DTS 생태계의 조성이다. 스티브잡스가 만든 아이폰이 성공을 거둔 것은 하드웨어뿐만 아니라 운영 생태계가 혁신적이었기 때문이다. 종전의 폐쇄적 생태계를 과감하게 개방하여, 사용자 누구나 참여할 수 있는 생태계를 만들으로써 지속적인 발전으로 이어진 것이다. DTS에는 공간정보뿐만 아니라 IoT, 빅데이터, 클라우드, AR, VR, 인공지능 등 거의 모든 혁신적인 기술과 다양한 이용자들이 참여하게 될 것이다. 따라서 기술개발은 물론 참여자에 대한 개방적 생태계를 조성하는 것이 매우 중요하다. 서로 이익이 되는 상생의 생태계를 조성하는 방안을 깊이 고민해야 한다.

2. 연구의 한계와 향후 과제

본 연구는 차세대 국가공간정보의 발전방향을 모색하고, 발전모델로 ‘디지털 트윈 공간’의 개념과 아키텍처 그리고 추진전략을 제시하였다. 연구를 수행하는 동안 국내외 문헌과 최신 기술정보를 수집·검토하고 이론 및 실무 전문가와 협업을 통해 실현 가능한 국가공간정보 발전모델을 제시하고자 노력하였다. 그러나 DTS는 대상범위가 넓고 포함되는 기술도 매우 많다. 따라서 본 연구에서 제안한 DTS의 개념과 모델을 구체화하고 실효성을 검증하기 위해서는 실제공간을 대상으로 가상공간을 구축하고 데이터를 연계·활용하는 등의 실증연구가 필요하다.

참고문헌

REFERENCE



【인용문헌】

- 관계부처 합동. 2017. 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책. 세종: 미래창조과학부.
- 김난도·전미영·이향은·이준영·김서영·최지혜. 2017. 트렌드 코리아. 서울: 미래의 창.
- 김영표. 2017. 4차 산업혁명 시대 공간정보의 역할. 국토연구원 전문가 특강자료.
- 김영표·임은선·신동빈. 2004. 시공자재의 세상을 향한 사이버국토 창조방안(I) -사이버국토 구축전략과 추진방안-. 경기 안양: 국토연구원.
- 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST. 2016. 미래전략보고서 10년 후 대한민국 뉴노멀 시대의 성장전략. 서울: 시간여행.
- 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST. 2017. 미래전략보고서 10년 후 대한민국 미래 일자리의 길을 찾다. 경기 고양: 지식공감.
- 사공호상·박종택·김미정·박관동·이기준. 2016. 초연결 시대에 대응한 공간정보 정책 방향 연구. 경기 안양: 국토연구원.
- 사공호상·서기환·이영주·박종택·서용철. 2007. 공간정보 패러다임 변화에 대응한 국가 GIS 전략연구. 경기 안양: 국토연구원.
- 산업통상자원부. 2017. 산업부가 바라본 4차 산업혁명 코리아루트. 세종: 산업통상자원부.
- 서울대학교 교육연구소. 1995. 교육학용어사전. 서울: 하우동설.
- 손상혁. 2016. 융합의 또 다른 이름, 사이버물리시스템. 지식의 지평. 21호, 대우재단.
- 이민화. 2017. 4차 산업혁명과 국토발전. 국토연구원 전문가 특강자료.
- 은용순·박경준·원명규·박태준·손상혁. 2013. 사이버물리시스템 연구 동향, 정보과학

-
- 지 31(12), 한국정보과학회. 8.
- 정보통신기술진흥센터. 2017. 주간기술동향 1801호(2017.6.21.): 25-26.
- 최병남·김영표·김동한·임은선·한선희. 2005. 시공자재의 세상을 향한 사이버국토 창조방안(Ⅱ)-시공자재도시 구현방안-. 경기 안양: 국토연구원.
- 최병남·박종택·김미정·한선희. 2012. 스마트사회에 대응한 국가공간정보인프라체계 재정립 방안. 경기 안양: 국토연구원.
- 최윤식·최현식. 2017. 제4의 물결이 온다. 서울: 지식노마드.
- 한국정보화진흥원. 2017. 새로운 기술, 새로운 세상 지능정보사회. 대구: 한국정보화진흥원.
- KB금융지주 경영연구소. 2017. KB지식비타민-초연결사회의 도래와 스마트 신인류. 2.

- AlphaBeta for Google.2017. The economic impact of geospatial services: How consumers, businesses and society benefit from location-based information.
- Maslow, A. H. 1943. A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50, 370-396.
- Min-Soo Kim, 2017, Research issues and challenges related to Geo-IoT platform, *Spatial Information Research*, Vol.25.No.6. 1-14.
- Open Geospatial Consortium. 2012. OGC City Geography Markup Language (CityGML) En-coding Standard.

【 인용문헌-전자자료 】

- 국가법령정보센터. 국가공간정보 기본법.
<http://www.law.go.kr/lsEfInfoP.do?lsiSeq=154971#> (2018.1.09. 검색)
- _____. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률,
<http://law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B3%B5%EA%B0%84%EC%A0%95%EB%B3%B4%EC%9D%98%EA%B5%AC%EC%B6%95%EB%B0%8F%EA%B4%80%EB%A6%AC%EB%93%B1%EC%97%90%EA%B4>

%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0 (2018.1.09. 검색)

디지털 타임스. 2017. ICT기술 ‘초연결·초지능·초실감’ 진화 ... 4차 산업혁명 이끈다.
11월8일. http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2017110802101360731001(2017.11.8. 검색)

매일경제 경제용어사전. <http://dic.mk.co.kr/cp/pop/desc.php>(2017.11.09. 검색)

삼성 뉴스룸. <https://news.samsung.com/kr/344246-2>(2017.11.09. 검색)

서울대학교 교육연구소. 1995. 교육학용어사전.
<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=511853&cid=42126&categoryId=42126>(2018.01.03. 검색)

서울대학교 제어 및 동역학 연구실. Security of Cyber-Physical System. (<http://cdsl.snu.ac.kr/ko/node/83>, 2017.11.7. 검색)

국립재난연구원·이지스. 2016. IoT기술 기반 위험확산예측 및 상황관리 기술 개발 용역성과물(2017.11.30. 화면캡처)

이지스. 3차원 기반 공간정보 포털 서비스(www.xdmap.com)(2017.11.30. 검색 및 화면캡처)

기상청·이지스. 2016. 수원지역 바람과 열섬 상세정보 산출 용역 성과물 (2017.11.30. 화면캡처)

이지스. 2016. 공간정보 오픈 플랫폼 기반 시범 시스템 개발 용역성과물 (2017.11.30. 화면캡처)

정책브리핑. 지능정보기술 시대, 삶의 모습은 어떻게 변할까.
<http://www.korea.kr/policy/economyView.do?newsId=148827517>(2017.11.9. 검색)

중앙일보. 2017. ‘4차 산업혁명’ 개념정리 안되면 창조경제 재탕될 수도. 6월 15일.
<http://news.joins.com/article/21667497>(2017.11. 09. 검색)

지식채널 e -전자전능()씨-.
<http://www.ebs.co.kr/tv/show?prodId=352&lectId=10654620>. (2017.12.22. 검색).

위키피디아 <https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperconnectivity>(2017.11.09. 검색)

한겨레, ‘고양이 얼굴’ 알아본 인공지능, 움직임까지 예측,

http://www.hani.co.kr/arti/science/science_general/777909.html, 2017.6.30.

검색

AlphaGo. The story of AlphaGo so far.

<https://deepmind.com/research/alphago/>(2017.10.27. 검색)

GE Imagination at work. “Digital Twin Technology and the Outcomes You Should

Expect”(<https://www.ge.com/digital/blog/digital-twin-technology-and-outcomes-you-should-expect>, 2018.1.8. 검색)

Geospatial Media. 2017. Youtube: What is the role of Geospatial technology in the 4th Industrial Revolution.

(<https://www.youtube.com/watch?v=YO6T1R4aiV4>(2017.12.05. 검색)

IT Leaders, “Industry4.0やIndustrial Internet の根幹をなすCyber Physical Systemsの意義”, <https://it.impressbm.co.jp/articles/-/13188> (2018.1.8. 검색)

The Science Times. 2017. 조용히 실현되는 기술 ‘캄테크’- 사물통신 및 웨어러블과의 융합으로 급성장. 3월 10일.

<http://www.sciencetimes.co.kr/?news=%EC%A1%B0%EC%9A%A9%ED%9E%88-%EC%8B%A4%ED%98%84%EB%90%98%EB%8A%94-%EA%B8%B0%EC%88%A0-%EC%BA%84%ED%85%8C%ED%81%AC> (2017.6.7. 검색)

WEF.2016.The fourth industrial revolution what it means and how to respond.

<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>(2017.11.09.검색)

Where People Run in Major Cities.

<http://flowingdata.com/2014/02/05/where-people-run/>(2017.12.21. 검색)

Wikipedia, “Digital Twin” (https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_twin, 2017.12.1. 검색)

education.usgs.gov(2018.1.4. 검색)

edu.google.com(2018.1.4. 검색)

secondlife.com(2018.1.4. 검색)

http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2014/08/08/2014080800619.html(2017.11.08. 검색)

<http://futuristicnews.com/mit-material-shape-shifting-interface-lets-you-touch-computer-simulations/> (2017.10.12. 검색)

<http://koreasap.net/?p=774> (2018.1.8. 검색)

<http://news.joins.com/article/22004209>, 2018.1.4. 검색

<http://maps.google.com/localguides/>(2018.1.4. 검색)

http://spaceweather.rra.go.kr/gnss/html/korean/sub01/sub01_01.jsp, 2017.11.29. 검색

<http://supermap.co.kr/digitaltwin-supermap/> (2017.11.30. 검색)

<http://www.afreecatv.com/> (2018.1.4. 검색)

<http://www.imbc.com/broad/tv/ent/littletv/> (2018.1.4. 검색)

<http://www.jeita.or.jp/cps/activity/> (2017.10.6. 검색)

<http://www.jeita.or.jp/cps-e/> (2017.10.6. 검색)

<https://asia.nikkei.com/Tech-Science/Tech/Virtual-Singapore-offers-tools-for-urban-planners> (2018.1.4. 검색)

<https://datamillnorth.org/products/3d-maps-of-leeds/> (2018.1.8. 검색)

<https://energistarakentamista.com/2017/11/27/the-digital-built-environment/> (2018.1.4. 검색)

https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%B4%88%EC%9E%A5%EA%B8%B0%EC%84%A0_%EA%B0%84%EC%84%AD_%EA%B4%80%EC%B8%A1%EB%B2%95, 2018.1.4. 검색

<https://kr.mathworks.com/company/newsletters/articles/implementing-a-cyber-physics-l-system-with-matlab-and-model-based-design.html> (2018.1.4. 검색)

<https://marstre.jpl.nasa.gov/index.html>, 2018.1.4. 검색)

<https://www.google.com/culturalinstitute/beta/>, 2018.1.4. 검색
<https://www.jeita.or.jp/cps-e/pdf/03.pdf>
<https://www.openstreetmap.org/>(2018.1.4. 검색)
<https://www.simplypsychology.org/maslow.html> (2018.1.9. 검색)
<https://www.uber.com/newsroom/mapping-ubers-future/>(2017.11.08. 검색)
<https://www.youtube.com/watch?v=-AUr3Vfk15M> (2018.1.8. 검색)
https://www.youtube.com/watch?v=EETkn5_qrhM (2017.10.12. 검색)
https://www.youtube.com/watch?v=lJype_TafRk&t=258s, 2018.1.4. 검색
https://www.youtube.com/watch?time_continue=19&v=X1h1jBsEqx8 (2018.1.4. 검색)
www.vr-plus.co.kr (2018.1.4. 검색)
www.tesla.com (2018.1.4. 검색)

SUMMARY



National Spatial Information Strategies for Intelligent Information Society

Ho Sang Sakong, Si Yeong Lim, Hye Jung Sung

Key words: Spatial Information, Digital Twin Space, Cyber Physical System, Geo-CPS

The purpose of this study is to find a mid and long term strategies for national spatial information that can effectively respond to the 4th Industrial Revolution and intelligent information society that is approaching. First of all, we review the characteristics and changes of intelligent information society by integrating opinions of domestic and foreign experts on the 4th industrial revolution and future social change. The Fourth Industrial Revolution is based on the 'Cyber Physical System(CPS)' by hyper connection, technology convergence and artificial intelligence. The CPS enhancing productivity and efficiency is a system that dramatically improves the existing system through the integration of hardware and software. The CPS, which was initially applied to the production process and the management of facilities, is beginning to be applied to various fields of society and leading a smart society.

We predicted the future of spatial information considering user 's demand and technology development trends related to spatial information. As a result, we found a trend for users of spatial information to use the real world and the

virtual world in connection with each other. This trend, due to the development of related technologies such as IoT, VR, AR, and AI is the same context as CPS, which is the basis of the fourth industrial revolution. People use the virtual world to overcome the constraints of real world, and control the operating system or devices of real world through a virtual world. Spatial information is the unique tools to realize the real world as cyberspace, and it is the platform that connects the real world and the virtual world. Based on these results, it is expected that the next-generation spatial information will become a platform of Geo-CPS for smart society.

In this study, we proposed 'Digital Twin Space (DTS)' as a vision of next generation of national spatial information. DTS is a virtual space that represent the real world. DTS is a cyber system of CPS. DTS is a digital model of 3D spatial data. The building object in DTS is connected to the same building in the real world. The data collected from the real world is stored in the DTS, and the data is used to monitor the situation or to analyze the problem in real world. Using the result of data analysis we can solve the problems or optimize the operating system in real world. DTS is a collaborative platform that integrates and utilizes data in all areas of society such as traffic, environment, energy, and disaster.

DTS is not a new concept but a redefined concept of existing spatial information to meet future needs and functions. DTS is the future of spatial information utilizing advanced technologies such as IoT, Cloud, Big Data, VR, AR and AI. To build and operate DTS, a user-oriented collaborative driving system should be needed. Finally, DTS should maintain continuity with current national spatial information policy. To this end, it is necessary to improve the method of construction and updating spatial data, to develop new technologies, and to have a cooperative governance system.

기본 17-18

지능정보사회에 대응한 차세대 국가공간정보 전략 연구

연구진 사공호상, 임시영, 성혜정, 김민수, 이지영, 임영모, 최형환

발행인 김동주

발행처 국토연구원

출판등록 제2017-9호

인쇄 2017년 12월 28일

발행 2017년 12월 31일

주소 세종특별자치시 국책연구원로 5

전화 044-960-0114

팩스 044-211-4760

가격 7,000원

ISBN 979-11-5898-301-7

한국연구재단 연구분야 분류코드 B150800

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2017, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체 등이 적용되어 있습니다.

지능정보사회에 대응한 차세대 국가공간정보 전략 연구

A Study on the National Spatial Information Strategies for
Intelligent Information Society



제1장 연구의 개요

제2장 지능정보사회의 공간정보

제3장 미래 공간정보 발전 전망

제4장 지능정보사회의 국가공간정보 발전 모델

제5장 '디지털 트윈 공간' 구현을 위한 추진 전략

제6장 결론 및 향후과제

KRIHS 국토연구원

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

