

조경산업 관점에서 4차 산업혁명 기술의 탐색

최자호* · 서주환**

*랜트주식회사 전무이사 · **경희대학교 예술·디자인대학 환경조경디자인학과 교수

Exploring the 4th Industrial Revolution Technology from the Landscape Industry Perspective

Choi, Ja-Ho* · Suh, Joo-Hwan**

*Executive Director La · ent Co., Ltd.

**Professor, Dept. of Landscape Architecture, Kyung Hee University

ABSTRACT

This study was carried out to explore the 4th Industrial Revolution technology from the perspective of the landscape industry to provide the basic data necessary to increase the virtuous circle value. The 4th Industrial Revolution, the characteristics of the landscape industry and urban regeneration were considered and the methodology was established and studied including the technical classification system suitable for systematic research, which was selected as a framework. First, the 4th Industrial Revolution technology based on digital data was selected, which could be utilized to increase the value of the virtuous circle for the landscape industry. From 'Element Technology Level', and 'Core Technology' such as the Internet of Things, Cloud Computing, Big Data, Artificial Intelligence, Robot, 'Peripheral Technology', Virtual or Augmented Reality, Drones, 3D · 4D Printing, and 3D Scanning were highlighted as the 4th Industrial Revolution technology. It has been shown that it is possible to increase the value of the virtuous circle when applied at the 'Trend Level', in particular to the landscape industry. The 'System Level' was analyzed as a general-purpose technology, and based on the platform, the level of element technology(computers, and smart devices) was systematically interconnected, and illuminated with the 4th Industrial Revolution technology based on digital data. The application of the 'Trend Level' specific to the landscape industry has been shown to be an effective technology for increasing the virtuous circle values. It is possible to realize all synergistic effects and implementation of the proposed method at the trend level applying the element technology level. Smart gardens, smart parks, etc. have been analyzed to the level they should pursue. It was judged that Smart City, Smart Home, Smart Farm, and Precision Agriculture, Smart Tourism, and Smart Health Care could be highly linked through the collaboration among technologies in adjacent areas at the Trend Level. Additionally, various utilization measures of related technology applied at the Trend Level were highlighted in the process of urban regeneration, public service space creation, maintenance, and public service. In other words, with the realization of ubiquitous computing, Hyper-Connectivity, Hyper-Reality, Hyper-Intelligence, and Hyper-Convergence were proposed, reflecting the basic characteristics of digital technology in the landscape industry can be achieved. It was analyzed that the landscaping industry was effectively accommodating and coordinating with the needs of new characters, education and consulting, as well as existing tasks, even when participating in urban regeneration projects. In particular, it has been shown that the overall landscaping

Corresponding author: Joo-Hwan Suh, Professor, Dept. of Landscape Architecture, Kyung Hee University, Yong-in 17104, Korea, Tel.: +82-31-201-2680, E-mail: meek1126@naver.com

area is effective in increasing the virtuous circle value when it systems the related technology at the trend level by linking maintenance with strategic bridgehead. This is because the industrial structure is effective in distributing data and information produced from various channels. Subsequent research, such as demonstrating the fusion of the 4th Industrial Revolution technology based on the use of digital data in creation, maintenance, and service of actual landscape space is necessary.

Key Words: Data, Platform, Urban Regeneration, Smart Park, Landscape Information Science

국문초록

본 연구는 조경산업의 관점에서 4차 산업혁명 기술을 탐색하여, 선순환적 가치증대에 필요한 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 4차 산업혁명, 조경산업과 도시재생의 특성 등을 고찰하고, 체계적 연구에 적합한 기술 분류 체계를 틀로 선정하는 등 방법론을 설정하여 연구하였다. 먼저, 조경산업의 선순환적 가치증대에 활용이 가능한 디지털 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술을 선별하였다. ‘요소기술 수준’에서 ‘핵심기술’인 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능, 로봇, ‘주변기술’인 가상·증강현실, 드론, 3D·4D 프린팅, 3D 스캐닝이 디지털 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술로 조명되었다. 조경산업에 특화하여 ‘트렌드 수준’으로 응용하면 선순환적 가치증대에 활용이 가능한 것으로 나타났다. ‘시스템 수준’은 하나의 범용기술로 분석하였으며, 플랫폼을 중심으로 요소기술 수준, 컴퓨터와 스마트기기 등이 유기적으로 상호연계되어 시스템화된 디지털 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술로 조명되었다. 조경산업에 특화하여 ‘트렌드 수준’으로 응용하면 선순환적 가치증대에 효과적인 기술로 나타났다. 요소기술 수준을 응용한 트렌드 수준에서 제시된 모든 활용 방안의 구현과 시너지효과 창출이 가능하다. 스마트정원, 스마트공원 등이 추구해야 하는 수준으로 분석되었다. 트렌드 수준의 인접산업 기술 중에는 스마트시티, 스마트홈, 스마트팜 및 정밀농업, 스마트관광, 스마트헬스케어의 협업에 의한 연계성이 클 것으로 판단되었다. 다음으로, 도시재생 공공공간을 포함한 조경공간의 조성·유지관리 및 서비스에서 도구이자 소재로서, 트렌드 수준으로 응용된 관련 기술의 다양한 활용 방안이 조명되었다. 즉, 유비쿼터스 컴퓨팅의 실현으로 조경공간에서 디지털 기술의 기본적 특성이 반영된 초연결화, 초실감화, 초지능화, 초융합화되는 방안들이 제시되었다. 조경산업이 도시재생 사업에 참여함에 있어서도, 기존 업무를 비롯하여 새로운 성격의 요구 수용 및 조율, 교육, 컨설팅 등에서 가치를 증대하는데 효과적인 것으로 분석되었다. 특히, 조경영역 전반이 전략적 교두보로 유지관리를 연계하여, 트렌드 수준의 관련 기술을 시스템화할 때 선순환적 가치증대에 효과적인 것으로 나타났다. 산업구조 상, 다양한 경로에서 생산된 데이터와 정보를 유통시키는데 효과적이기 때문이다. 향후 디지털 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술을 실제 조경공간의 조성·유지관리 및 서비스에 융합하여 실증하는 등의 후속적 연구가 필요하다.

주제어 : 데이터, 플랫폼, 도시재생, 스마트공원, 조경정보학

1. 서론

노후화된 도시 인프라의 유지관리 시장이 전 세계적으로 확대되는 추세이다. 미국의 경우, 2003년부터 유지관리비가 신규 투자비를 넘어섰다. 최근에는 유지관리에 막대한 사회간접자본 예산을 배정하고, 효과적 대응이 가능한 디지털 데이터(이하 ‘데이터’) 기반의 4차 산업혁명 기술을 적용 중이다. 한국의 국가 인프라 투자정책도 국토의 물리적 인프라 조성에서 운영관리 차원의 스마트 인프라 조성으로 변화하고 있다. 더불어, 스마트건설, 스마트도시재생, 스마트시티 등의 신경제 수요에도 대응하고 있다. 즉, 도시의 인프라 유지관리와 신경제 수요 대응을 위해 사물인터넷(Internet of Things:IoT), 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing), 빅데이터(Big Data), 인공지능(Arti-

ficial Intelligence:AI), 지능형 로봇(Intelligent Robot, 이하 ‘로봇’) 등의 기술을 적극 수용하는 추세이다(Hong and Kim, 2017; PCFIR, 2017). 2018년에 Joint Ministry(2018)가 발표한 ‘내 삶을 바꾸는 도시재생 뉴딜 로드맵(이하 ‘도시재생 뉴딜 로드맵’)도 건설적 맥락에서는 같은 의미를 담고 있다.

신규 조성에서 부가가치를 창출하던 건설산업은 이러한 패러다임 전환을 인식하고, 대응하기 시작하였다. 정책적으로도 빅데이터, 가상현실 등의 4차 산업혁명 기술을 적극 권고하고 있으며, 학술적 연구가 병행되고 있다(Joint Ministry, 2017). 대형 건설사들은 정보통신기술(Information and Communication Technology:ICT) 관련 기업과 직접적으로 경쟁하며, 스마트홈 플랫폼을 구축하는 추세이다(KED, 2018). 스마트홈의 물리적·기술적 보전을 위한 유지관리, 소비자와 상호작용하는

서비스를 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술로 연계하여 가치를 증대하는 전략이다. 제조업, 농업, 의료업 등은 이미 생산활동에서 관련 기술을 검증하고, 소비자와 상호작용하는 서비스를 결합시켜 기존 산업의 가치를 선순환적으로 증대(MSIP *et al.*, 2017; Song and Choi, 2017), 또는 새로운 산업을 창출(STPI, 2017)하고 있다.

이에 본 연구는 조경산업의 관점에서 4차 산업혁명 기술을 탐색하여, 선순환적 가치증대에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다. 먼저, 4차 산업혁명 기술을 체계적으로 분석하여, 선순환적 가치증대에 활용이 가능한 데이터 기반의 기술을 선별하여 제시한다. 둘째, 4차 산업혁명 기술의 분석 및 선별 과정에서 도시재생 공공공간을 포함한 조경공간의 조성·유지관리 및 서비스에 도구이자 소재로 활용 가능한 방안을 제시한다. 특히, 정책, 설계, 시공 등이 전략적 교두보로 유지관리를 연계하여, 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술을 시스템화할 때 선순환적 가치증대에 효과적임을 조명한다.

II. 이론 고찰

1. 4차 산업혁명

1) 개념적 논의

혁명은 새로운 기술과 세계관으로 인해 경제체제, 사회구조 등이 광범위하게 변화되는 개념이다. 농업혁명과 산업혁명이 대표적이며, 최근에는 4차 산업혁명이 세계적 이슈이다. 기술 혁신으로 물리학, 디지털, 생물학적 기술들이 상호교류 및 융합되어 확산되고, 시간, 공간 등에 대한 한계가 극복되며, 인류의 세계관이 변하고 있다(Klaus, 2016). 다수의 연구자들은 현실 공간(세계)과 가상공간(세계), 또는 온라인과 오프라인의 융합으로 개념화하고, 초연결, 초실감, 초지능, 초융합 현상으로 가시화한다. 비록 사회, 경제, 문화 등에서 일어나는 광범위한 변화가 국가, 지역, 개인 등에 따라 산발적이지만, 점차 일반화되고 있다.

즉, 4차 산업혁명은 진화적, 융합적, 산발적 특성 등으로 변화의 속도, 범위, 깊이 등을 예상하기 어렵고, 이로 인해 명확한 개념 정의에도 한계가 있다(Klaus, 2016). 일부에서는 생산성, 생산수단 등을 비롯해, 특히, 기술적 불연속성이 적으므로 '3차 산업혁명의 진행'으로 정의하기도 한다. 이에, NRC(2017)는 4차 산업혁명을 '디지털 전환의 심화'로 설명하였다. 사회 전반에서 디지털화와 ICT 적용이 확산되며, 생산성 향상, 새로운 비즈니스 창출, 소비자 편익 증진 현상이 심화됨을 의미한다. 산업중심으로 보면, 특정산업에서 산업전반으로 관련 기술이 확산되며 다양한 현상들이 심화되는 것이다. 즉, 3차와 4차 산업혁명의 구분을 기술의 혁신적 출현보다 범용적 확산에 초점

을 맞추고 있다. 이러한 이해는 3차 산업혁명 시대부터 연속되어, 범용적으로 확산되고 있는 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 등을 4차 산업혁명 기술로 설명하는데 효과적이다. 또한, 스마트폰, 웨어러블기기 등의 스마트기기(이하 '스마트기기'), 퍼스널 컴퓨터, 태블릿 PC 등의 컴퓨터(이하 '컴퓨터'), 근·원거리 네트워크를 포함하는 인터넷(이하 '인터넷') 등의 진화 또는 연계에 의한 기술을 포함할 수 있다. 결과적으로 다양한 현상 설명의 포괄성과 일관성, 미래사회에 대한 대응 전략 수립의 용이성을 확보하는데 효과적이다.

2) 산업체제 변화

4차 산업혁명 기술을 이용한 소통과 공유, 협력의 확산으로 산업전반이 디지털화, 자동화를 넘어 스마트화되는 중이다. 특히, 소비자와 상호작용하는 데이터 기반의 서비스를 연계함으로써, 서비스 과정에서 생산된 데이터가 제품 기획, 디자인 등에 실시간 적용된다. 규격제품 생산에서 개인 취향과 개성이 고려된 맞춤형 생산으로 전환되고 있다. 기업에서 개인에 이르기까지 제품을 생산할 수 있으며, 공유경제 등의 다양한 경로로 직접 유통하기도 한다. 이에 미국의 제조업, 소매업, 농업 등은 1945년부터 현재에 이르기까지 생산성이 1,500%까지 상승하였음에도, 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술이 적용된 서비스 체계를 구축하여 선순환적으로 가치를 증대하고 있다. 이러한 현상이 심화되며, 생산과 소비의 접점에 위치한 서비스업이 경제를 주도하고 있다. 이에 4차 산업혁명을 데이터 기반의 '서비스 혁명'으로 이해하기도 한다(MSIP *et al.*, 2017; Song and Choi, 2017; MGI, 2017). 여기서 데이터는 가공되지 않은 사실적 의미의 객관적 자료를 의미한다. 목적에 의해 가공됨으로써, 인식을 통한 지식의 변화를 추구하는 정보와는 다른 개념이다. 데이터는 부가가치 창출의 원천으로 비유되고 있으며, '데이터 경제(Data Economy)'라는 용어가 등장하였다. OECD에서 제안한 '디지털 전환'의 핵심적 가치이기도 하다. 데이터 경제의 가치창출은 '데이터 생산 → 데이터 정제·가공을 통한 데이터 및 정보 유통 → 기업, 정부, 공공기관 활용 → 소비자, 시민 등이 데이터 기반 혁신 서비스 이용' 과정에서 발생한다. 특히, 데이터 기반의 혁신 서비스 이용 과정에서 다시 데이터가 생산되어 피드백되며, 기존 산업의 선순환적 가치증대 또는 새로운 산업의 창출로 이어진다(PCFIR, 2018; NRC, 2017). 데이터 수집, 저장, 유통, 활용 과정에 유용한 '데이터 기반의 4차 산업혁명 기술(이하 '데이터 기반 기술')'이 산업에 활용되며, 체제가 변화하고 있다.

이러한 변화가 미래 산업 생태계로 인식되며, 주요 선진국들은 4차 산업혁명 기술의 개발과 활용을 병행하는 중이다(MSIP *et al.*, 2017; PCFIR, 2017). 특히, 한국은 저출산, 고령화, 저성장 등으로 발생하는 문제 해결에도 4차 산업혁명 기술

이 필수적이라는 인식이 확산되며, '4차 산업혁명 대응계획'을 발표하였다. 경제적 파급효과, 사회문제 심각도, 지능화 기술 수용성 등을 기준으로 중점 추진분야를 선정하고, 산업·사회 전 영역의 지능화 혁신을 추진 중이다. 스마트시티, 스마트환경, 스마트농수산업, 스마트교통, 스마트복지, 스마트안전, 스마트의료 등이 제시되었다. 주요 활용기술은 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능, 로봇, 가상·증강현실(Virtual Reality: VR, Augmented Reality: AR), 드론(Drone), 3D 프린팅(3D Printing), 플랫폼(Platform) 등이 있다(Joint Ministry, 2017). 즉, 다양한 산업에서 자발적 또는 정책적 참여로 관련 기술과 인프라를 특화하고 있으며, 데이터 기반 기술의 활용이 집, 사무실을 넘어 도시와 자연으로 확대되고 있다.

3) 기술 가치 및 체계화

데이터 기반 기술은 연계 또는 독립적 활용이 가능하며, 범용 기술(general purpose technology)로서의 성향이 강하다(PCFIR, 2017; Jang, 2017). 범용기술은 확산성(Pervasiveness), 향상성(Improvement), 상호보완성(Complementarity)의 정도를 충족하는 기술이다. 다양한 산업에 확산되어 활용될 때 더욱 진보되며, 관련 산업이 확대되고 규모의 경제가 실현된다(Bresnahan and Trajtenberg, 1995). 컴퓨터와 인터넷이 대표적 사례로, 다양한 산업의 디지털화, 정보화를 주도하며, 가치증대를 위한 도구이자 소재로 활용되고 있다. 산업사회가 지식정보사회로 전환하는데 핵심적으로 작용하였으며, 사회경제는 물론 개인의 일상까지도 변화시켰다. 직접적 기술을 개발하는 산업보다 도구이자 소재로 활용하는 산업 전반에서 더 큰 가치를 얻는다(MGI, 2011). 최근에는 컴퓨터와 인터넷의 진화적 산물인 데이터 기반 기술이 범용화되고 있는 것이다. 시·공간의 초월, 특정·불특정 다수에 대한 맞춤형 서비스 제공 및 무제한적 이용, 서비스 확충·변경의 용이, 실시간 업데이트 및 대용량 정보의 저장, 쌍방향·선형적·비선형적 소통, 반복적 작업의 최소화,

콘텐츠 가공 용이 등의 디지털 특성을 기반으로 하며, 산업적 파급력이 높다. 즉, 데이터 기반 기술은 현 시대의 컴퓨터, 인터넷과 같이 인간의 일상뿐 아니라, 산업 전반에서 도구이자 소재로서 폭넓게 활용될 것으로 전망되고 있다.

이에, Klaus(2016) 등의 연구자들은 각자의 관점에 따라 4차 산업혁명 기술을 정의 및 분류하며 대응을 제안하였다. 특히, NRC(2017)는 4차 산업혁명의 기술 동인을 3개의 층위로 나누어 설명하였으며, 동일 연구자가 참여한 STPI(2017)가 연구에 적용하여 7개 산업의 변화를 전망하였다. 먼저, 기술 층위는 '미시-요소기술 수준', '중간-시스템 수준', '거시-트렌드 수준'으로 정의하여 구분(이하 '기술 분류 체계')하였다. 미시-요소기술 수준은 기술의 중요도, 성격, 적용범위 등을 고려하여 '핵심기술', '주변기술', '적용분야기술'로 구분하였다. '핵심기술'은 모든 산업에 상호연계되어 복합적으로 활용되는 범용기술이다. '주변기술'은 적용범위가 한정되고, 기술적 가능성이 불확실한 기술이다. '적용분야기술'은 해당 분야에서만 적용이 가능한 기술이다. 중간-시스템 수준은 핵심기술들이 유기적으로 상호연계된 '데이터 기반 가치창출 시스템'이다. 공정, 제품, 서비스 등 데이터 기반의 사업 모델을 중심으로 하드웨어, 소프트웨어 등이 통합된 시스템이다. '현실 세계에서 데이터 확보 → 가상 세계에서 분석 → 현실 세계에 적용'의 과정을 통해 지속적인 혁신을 추구하며, 데이터 경제의 가치창출과 같은 개념이다. STPI(2017)는 기술의 집합으로 구현된 시스템 자체를 하나의 범용기술로 분류하였다. 거시-트렌드 수준은 디지털 전환, 즉 사회 전 분야에서 생산성 향상, 사업 창출, 소비자 편익 증진 등에 디지털 기술을 활용하는 현상이 더 심화되는 것을 의미한다. STPI(2017)는 기술적 관점에서 자율주행차, 스마트에너지, 디지털헬스케어 등을 제시하였다. NRC(2017)의 기술 분류 체계에 기준하여, 다양한 연구자들이 제시한 4차 산업혁명 기술을 나열하면 Table 1과 같다.

Table 1. Technology drivers of the 4th industrial revolution

Division		NRC(2017), STPI(2017)	Klaus(2016), MGI(2017), Joint Ministry(2017), etc.
Micro-element skill level	Core technology	Internet of things, cloud computing, big data, artificial intelligence, robot	Platform, smart devices such as smart phones and wearable devices, 4D printing, 3D scanning, synthetic biology, biotechnology, ubiquitous computing
	Peripheral technology	Virtual and augmented reality, drones, 3D printing, blockchain, nano and new materials	
	Application technology	Genetic analysis, gene editing, stem cells, regenerative medicine, neuroscience, renewable energy	
Medium-system level		Data-based value creation system	
Macro-trend level		Industrial internet and smart factory, autonomous car, smart energy, car sharing service, digital healthcare, fintech, regtech	Smart city, smart construction, smart home, smart farm, smart environment, smart grid, smart tourism, smart safety, smart energy, smart healthcare, smart transportation, smart welfare, etc.

Source: NRC, 2017; STPI, 2017; Klaus, 2016; MGI, 2017; Joint Ministry, 2017; BCG, 2016

2. 조경산업과 도시재생

1) 조경산업 가치증대

농업혁명은 농작물 재배 기술의 혁신으로 시작되었으며, 새로운 공간의 창출로 이어졌다. 인류 최초의 도시인 메소포타미아에 조경의 근간이 되는 옥상정원과 공원의 시초격인 수렵원이 조성·유지관리되었으며, 이용자와 상호작용하는 서비스에 식물이 적극 활용되었다. 1차, 2차 산업혁명을 주도한 증기기관, 전기에너지가 조경공간의 조성·유지관리 및 서비스에 미친 영향은 일반적 수준으로 판단된다. 다만, 도시화, 산업화 등의 사회경제적 변화를 주도하며, 근현대 조경산업의 기틀이 마련되는데 큰 영향을 미쳤다. 1847년에 세계 최초의 시민공원인 버컨헤드 파크(Birkenhead park)가 개장하였으며, 1858년에는 도시공원의 효시인 센트럴 파크(Central park)가 일부 개장하였다. 조경공간이 한국조경현장(2013)에 제시된 조경의 가치, 즉 자연적, 사회적, 문화적 가치를 실현하는 공공공간으로서 효과가 검증되기 시작하였다.

3차 산업혁명을 주도한 컴퓨터와 인터넷이 조경공간의 조성·유지관리 및 서비스에 미친 영향은 타 산업에 비해 크지 않았던 것으로 판단된다. 조경산업을 포함하는 건설산업은 전세계 경제에서 가장 큰 규모의 산업 중 하나이나, 조성·유지관리에서 지난 20년간의 노동생산성 증가율은 평균 1%로 낮은 수준이다. 특히, 컴퓨터와 인터넷 산업을 주도한 미국에서도 지난 70여 년간 건설생산성은 거의 증가하지 않았다. 국가적으로는 대부분 선진국, 업계에서는 전문분야의 건설생산성 증가율이 낮은 것으로 평가되었다(MGI, 2017). 즉, 조경산업은 건설산업 중 전문분야이며, 자연과 인간의 조화로운 공존을 추구한다는 점에서 건설산업 이상의 생산성 향상은 어려웠을 것으로 판단된다. 실제로, 통계청의 2013년 e-비즈니스 활용 현황에 따르면, '사업시설 관리 및 조경서비스 산업'은 총 45개 산업 중 44위(Choi, 2015)이므로 인터넷이 미친 영향은 타 산업에 비해 낮은 수준으로 평가되었다. 컴퓨터는 사무실, 공장 등의 닫힌 현실공간(이하 '닫힌 현실공간')에서 문서 및 도면 작업, 시물

레이션 등에 일반적 수준에서 활용되고 있다. 한국조경현장(2013)에 제시된 조경의 대상, 즉 정원, 공원, 생태복원지 등의 열린 현실공간(이하 '열린 현실공간')에서 서비스에 직접적으로 활용한 사례도 미약한 수준이며, 새롭게 연구되는 기술의 확산 범위도 크지 않았다. 산업적, 기술적 특성 등으로 인해 활용에 한계가 있었던 것으로 판단된다.

하지만 4차 산업혁명을 주도하고 있는 데이터 기반 기술은 공원 등의 열린 현실공간과 닫힌 현실공간, 가상공간 사이에서 초연결화, 초융합화, 초실감화, 초지능화가 가능하여 한계를 극복할 수 있다. MGI(2017)와 BCG(2016)는 데이터 기반 기술이 생산성 향상, 복잡성 관리, 비용 절감, 안전성 및 품질 향상 등에 효과적임을 주장하였다. 또한, Klaus(2016)는 자연환경의 복원 및 보전, 생물다양성 보전 등에도 효과적임을 제시하였다. 실제로 조경산업에서도 스마트정원, 스마트공원 등에 산발적·실험적으로 적용되며 검증되고 있다. 즉, 조경산업도 공간의 조성·유지관리 및 서비스에서 데이터 기반 기술을 도구 또는 소재로 활용하면 가치를 증대하는데 효과적인 것으로 전망되고 있다. 여기서 '가치'란 한국조경현장(2013)에 제시된 조경의 가치와 더불어, 특히 생산성 향상 등의 산업적 가치를 포함한다. 조경산업이 가치를 증대하는 과정에서 혁명 주도 기술의 활용 정도는 Table 2와 같다.

2) 조경산업 구조 및 특성

한국의 조경산업은 1972년에 청와대 제1경제 수석비서관실에 오뢰영 조경·건설담당비서관이 임명되며 체계를 잡아나갔다. 경관과 생태의 이해를 바탕으로 종합적·과학적 접근을 중시하였고, 환경문제 해소에 역점을 두었다. 1974년에 조경공사업의 제도적 등록을 시작으로 조경계획 및 설계, 조경시공, 조경관리, 소재로 구분되어 산업화되었다(ELAF, 2010). KOSTAT(2017)에서 개정·고시한 '한국표준산업분류'에 맞추어보면 '도시 계획 및 조경 설계 서비스업(M-72112)' 등에 의한 조경계획 및 설계, 감리, '조경 건설업(F-41226)' 등에 의한 조경시공, '조경관리 및 유지 서비스업(N-74300)'에 의한 조경관리, '화훼

Table 2. The application of revolutionary lead technology for the creation of landscape value

Sortation		Agricultural revolution	Primary industrial revolution	2nd industrial revolution	3rd industrial revolution	4th industrial revolution
Industrial revolution	Leaders	Agricultural products, livestock	Steam engine, rail	Electric energy, production assembly line	Computer, internet	Internet of things, artificial intelligence, etc.
	Nicknames		Mechanized revolution	Mass production revolution	Computer revolution, digital revolution, information revolution	Hyper connectivity revolution, service revolution, platform revolution, block chain revolution, intelligent revolution
Landscape industry	Value generation	Active	General	General	Passive	Active response required

Source: NIA, 2018; MSIP et al., 2017; NRC, 2017

작물 재배업(A-01122)', '화초 및 식물 소매업(G-47851)', '제조, 육상 및 체력 단련용 장비 제조업(C-33301)' 등에 의한 소재로 구분할 수 있으며, '농림수산업 및 수의학 연구개발업(M-70112)'에 '조경학 연구'가 제시되었으므로 조경산업에 추가될 수 있다. 경제 및 산업구조, 산업 간의 유기적 구성 및 상관성 등을 기준으로 분류되었다. 여기에 정책, 교육이 추가되면 조경영역(KILA, 2013)이 된다. 즉, 공원 등의 조경공간은 조경 계획 및 설계, 조경시공 등에 의해 '조성'되고, 서비스업인 조경 관리에 의해 '유지관리'된다. 그리고 인간은 자연과 공존하며, '서비스'를 이용하고, 조경의 가치가 실현된다. 즉, 앞서 제시된 바와 같이 공간의 물리적·기술적 보전을 위한 유지관리, 인간·자연과 상호작용하는 서비스를 데이터 기반 기술로 연계하면 선순환적 가치증대에 효과적인 구조가 된다.

한편, 건설용역업과 건설업을 포함하는 건설산업은 복잡성과 다양성, 규모의 확대, 제도적 규제, 산업의 파편화, 계약구조와 인센티브 불균형 등의 특성이 존재한다(MGI, 2017). 더하여, 다수의 이해관계자 참여 및 협력, 기술자의 경험에 의존함으로써 표준화, 자동화, 기계화, 디지털 기술에 의한 데이터화가 현실적으로 어려웠다(Ji, 2017). 조경산업도 건설산업의 특성을 가지며, 조성·유지관리 및 서비스에서 특수성도 고려해야 한다. 먼저, 많은 사업이 불특정 다수의 이용자와 자연을 대상으로 한다. 둘째, 대상지 내·외부의 경관, 생태, 환경 등을 복합적으로 고려해야 한다. 셋째, 공간을 구성하는 소재로 자연소재와 인공소재를 동시에 사용한다. 넷째, 비교적 소규모이며, 섬세한 작업들이 수반된다(ELAF, 2010). 즉, 조경산업은 일반적 건설산업을 중심으로, 농림, 환경 등에서 활용되는 데이터 기반 기술을 벤치마킹할 수 있으며, 복합적으로 고려해야 한다.

3) 도시재생 뉴딜 로드맵

도시재생에 성공한 다수의 사례에서 커뮤니티 공간, 역사·문화자원 등의 장소적 환경 및 자원(Kim, 2013; Park, 2006)이 중요하게 작용함에 따라, 공공공간 조성 및 활용에 대한 다양한 방안들이 모색되고 있다. 여기서 공공공간이란 '도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법(2018)' 제2조(정의) 10항에 의한 광장, 공원, 녹지, 놀이터, 하천 등의 도시재생기반시설, 11항에 의한 생활권공원, 근린광장, 공공체육시설 등의 기초생활인프라가 있다(AURI, 2017). 도시재생 뉴딜 로드맵에 제시된 '노후 저층주거지를 쾌적한 주거환경으로 정비' 등 총 다섯 가지 추진과제의 물리적 대상에 포함되는 공간들이다.

특히, 한국조경현장(2013)에서 제시된 조경의 대상에도 포함되므로 조경산업의 적극적 참여가 필요하다. 다만, 도시재생 뉴딜 로드맵은 지역공동체와 주민의 주도적 참여로 정책적 지원 종료 후에도 지속가능성을 제고하는 전략이다. 즉, 전문적 기술이 요구되는 신규 개발을 제외하고는 대부분 지역공동체

및 주민 참여에 의한 지속적 유지관리 성격이 강하므로 중개자적 참여가 요구된다. 지역공동체 및 주민의 역량강화, 커뮤니티 형성 등을 위한 관리, 교육, 컨설팅 등을 수행함으로써 스스로 공공공간을 조성 및 유지관리토록 지원하는 것이다. 기존 조경산업의 특성에 더하여 참여주체 간의 중개자적 조율 및 협력유도, 사람 중심의 맞춤형 학습 및 자발적 참여유도가 중요하게 작용한다(Lafent, 2018; Joint Ministry, 2018). 소통적, 개별적, 반복적 등의 활동이 다수 존재하므로, 효율적 사업수행을 위해서는 디지털 특성을 이해하고 활용해야 한다. 이미 사회적 문제해결 과정에서 오프라인의 한계적 특성이 디지털 기술로 극복(Choi, 2018; Choi, 2015)되는 중이다. 또한, 최근 주요 선진국에서 도시 인프라 유지관리에 데이터 기반 기술을 적극 활용하고 있는 추세이다. 도시재생 뉴딜 로드맵에 포함된 마을단위 데이터 플랫폼의 구축 및 개방, 80여 개 이상의 지자체에 스마트시티 통합플랫폼 확산, 매년 다섯 곳 이상의 스마트시티형 도시재생 뉴딜사업 지정 등을 활용할 필요가 있다.

III. 연구방법

본 연구에서는 NRC(2017)의 기술 분류 체계를 틀로 선정하여 목적을 달성하고자 한다. 즉, 조경산업의 특성(ELAF, 2010; MGI, 2017; Ji, 2017)에 기준하여 4차 산업혁명 기술(Table 1 참조)을 분석하고, 선순환적 가치증대에 활용이 가능한 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술을 선별한다. 이때 도시재생 공공공간을 포함한 조경공간(AURI, 2017; KILA, 2013)의 조성·유지관리 및 서비스에 적합한 기술의 활용 방안을 제시한다. 특히, 정책, 설계, 시공 등의 조경영역(KILA, 2013) 전반이 전략적 고도로 유지관리를 연계하여, 데이터 기반 기술을 시스템화할 때 선순환적 가치증대에 효과적임을 조명한다. NRC(2017), MSIP *et al.*(2017)의 주장을 고려할 때, 생산적 활동인 건설의 유지관리는 이용자와 상호작용하는 서비스와의 최종 접점이기 때문이다. 다만, 기술 분류 체계(NRC, 2017)에서 명명한 '미시-요소기술 수준', '중간-시스템 수준', '거시-트렌드 수준'의 '미시', '중간', '거시'는 연속적 상호연관성으로 이해되어 혼란이 발생한다. 즉, 요소기술 수준, 시스템 수준은 순수한 기초기술을 의미하며, 두 기술 모두 산업 전반에서 응용됨으로써 트렌드 수준에 비연속적으로 도달할 수 있다. 이에 본 연구에는 '미시', '중간', '거시'를 생략하였으며, '요소기술 수준', '시스템 수준', '트렌드 수준'의 관계는 Figure 1과 같다.

연구과정으로는 먼저, 탐색적 연구의 한계인 신뢰도를 높이는 원칙을 수립하였다. 열린 현실공간의 조성·유지관리 및 서비스에 효과적인 데이터 기반 기술은 최소 세 개 이상의 연구를 비교분석하여 신뢰도를 확보한다. 특히, 각 기술 분석의 중심은 최신성을 고려하여 국가정책연구를 수행하는 신뢰도가

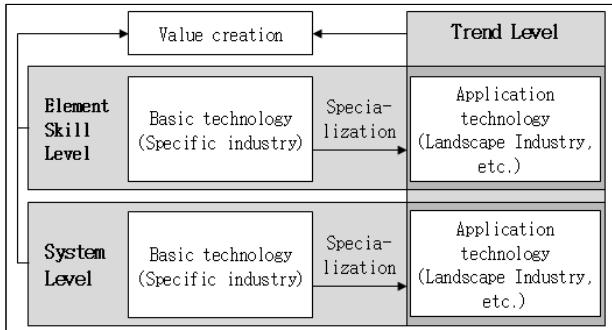


Figure 1. Establish relationships for each level

높은 기관 또는 단체의 연구물을 기준으로 한다. 단, 목적에 부합하지 않거나, 분석에 한계가 있는 기술은 상세 분석을 생략하고 이유를 제시한다. 다음으로 Table 1에 제시된 요소기술 수준의 핵심기술을 분석한다. 주변기술과 적용분야기술은 구체적인 설명이 제시되지 않았으므로, ICT 관련 기관의 보고서를 기준으로 관련 연구와 비교분석한다. 다음으로 시스템 수준도 구체적인 기술이 제시되지 않아, STPI(2017)의 연구를 참고하여 시스템화된 하나의 기술로 분석한다. 마지막으로 트렌드 수준은 요소기술 수준, 시스템 수준을 분석할 때, 열린 현실공간의 조성·유지관리 및 서비스에 응용할 수 있는 기술 활용 방안을 중심으로 제안한다. 조경산업 관점의 연구가 부족하므로, 산업적 또는 기술적 특성이 유사한 건설, 농업, 환경 등의 인접 산업 연구를 분석하여 방안을 제시한다. 이 과정에서 데이터 기반의 가치증대 구조 및 선순환적 가치증대 시스템을 구체화한다.

IV. 결과 및 고찰

1. 요소기술 수준

1) 핵심기술

(1) 사물인터넷

사물인터넷은 사물뿐 아니라, 자연현상, 서비스, 인간활동 등을 모두 연결하며 지능화되는 추세이다. 현상 중심의 센서는 가격 인하와 더불어 다양한 기능이 조합되며 활용이 증대되고 있다. 일반적 센서는 온도, 움직임, 미세먼지 등을 측정하여 데이터를 수집한다. 스마트 센서는 일반적 센서의 기능에 더해, 데이터를 저장 및 분석하고 피드백도 가능하다. 데이터 중심의 RFID(Radio Frequency Identification)는 전자 칩과 태그, 리더(Reader) 등이 연계되어 작동한다. 최근에는 스마트폰이 리더가 되는 NFC(Near Field Communication)가 부각되며, 안드로이드 기반에 이어 애플(iOS12) 스마트폰에도 탑재되었다. 근거리 네트워크로는 블루투스, 와이파이 등이 있고, 전용 네트워크

로는 LoRa, NB-IoT, LTE-M 등이 이용되고 있다. 애플리케이션을 포함하는 서비스 인터페이스는 웹서비스를 권고한다. 전 세계적으로 가장 많이 사용하고 있으며, 최종이용자가 효과적으로 데이터를 확인할 수 있다(NIA, 2016; NRC, 2017; Han and Kim, 2016; Kagermann *et al.*, 2013). 즉, 사물인터넷은 데이터 기반 기술로 초연결사회의 핵심기술로 인식되고 있다. 구현 과정에서 플랫폼 기반의 클라우드 컴퓨팅과 시스템화(Choi and Kim, 2016)되면, 증강현실, 빅데이터, 인공지능 등과 연계되어 시너지효과가 창출된다. 2016년을 기준으로 사물인터넷의 적용이 높은 분야는 건설, 안전, 환경 관련 산업이며(NRC, 2017), 산업적 또는 기술적 특성이 조경산업과 유사하여 벤치마킹이 가능할 것으로 판단된다.

NIA(2016)는 사물인터넷 기반의 스마트화가 개인에서 공간으로 진행되고 있으며, 집, 사무실, 도시로 순차적 확대될 것으로 분석하였다. 약 350여 개 이상의 센서(NRC, 2017)로 생물적 요소의 생육, 활동, 개체수 등과 기후, 빛, 물, 토양 등의 비생물적 제한요인의 질적·양적 변화를 데이터화할 수 있다. CCTV로 수집된 영상 자료에서 이미지 센서를 통해 식물의 성장수준, 협잡물 퇴적수준, 낙엽, 토사 등의 확인이 가능하다. 잡초 등의 생육 정도를 자동으로 체크하여 제초 등의 작업시점을 알려줄 수 있으며, 지중의 토양수분, 우수관개 내의 유량, 수위 측정에 의한 실시간 대응도 가능하다. 토양수분 측정 시, 플랫폼과 연계하면 기상자료, 식물의 특성 등을 종합적으로 분석하여 최적화된 시기에 자동관수가 가능하다(Han and Kim, 2016). 또한, 장단일 식물의 생육에 영향을 미치는 일조량을 감지하여 자연과 인간을 배려할 수도 있다. 한편, NFC, GPS 등을 연계하면, 특정 이용자를 비롯한 동식물, 사물의 개별적 추적·관리, 특정 공간의 관심도, 이용상황 등을 디지털화, 자동화, 스마트화, 맞춤형 개인화할 수 있다. 특히, Park and Kim(2016)의 연구를 고려할 때, 식물, 시설 등에 NFC 태그 스티커를 부착하면, NFC 기능이 탑재된 스마트기기에서 인식이 가능하다. 즉, 지역주민, 방문객 등이 스티커를 태그(Tagging)하면 모바일기기에서 애플리케이션이 자동실행되어 웹플랫폼 등으로 직접 연결이 가능하다. 열린 현실공간에 설치되는 시설물의 디자인 의도, 이용안내 등을 비롯하여, 파손신고, 설치의뢰 등을 위해 태그만으로도 접근할 수 있다. 식물도 마찬가지로 특징, 관리방법 등의 소개, 유지관리에 대한 전문적 교육, 이상징후 신고 등이 간편히 실행되므로 활용성이 클 것으로 판단된다.

(2) 클라우드 컴퓨팅

클라우드 컴퓨팅은 공급과 수요 변화에 따라 인터넷, 서버, 플랫폼, 콘텐츠 등의 정보통신자원을 신축적으로 활용하는 개념이다. 데이터 요청에 의해 서버에 탑재된 애플리케이션이 실행될 때만 자원을 할당하고, 자동계측 및 과금하여 이용자 비

용을 절감할 수 있다. 3대 서비스 모델로, 먼저 SaaS(Software as a Service)는 초기의 검색, 블로그, 메일 등의 서비스를 비롯해, 엑셀, CAD 등을 웹에서 바로 대여하여 사용하는 서비스이다. 서비스 품질, 데이터 보존 유무 등을 기준으로 유·무료를 구분하며, 확장성, 편의성, 효율성의 장점을 갖는다. 둘째, IaaS(Infrastructure as a Service)는 개인, 기업 등이 인터넷 서비스를 제공할 때 필요한 서버, 스토리지 등의 정보통신장비를 대여해 주는 서비스이다. 마지막으로, PaaS(Platform as a Service)는 서비스 개발자가 애플리케이션 등을 개발, 관리, 연동할 때 필요한 플랫폼을 대여해 주는 서비스이다. 즉, 클라우드 컴퓨팅은 다양한 환경에서 상호협업에 효과적인 데이터 기반 기술로 사물인터넷, 가상·증강현실 등을 플랫폼으로 연계하여 시스템화하는데도 필수적이다. 건설, 농업 관련 산업에서도 활용이 증대(KICT, 2013; Kim and Lee, 2015; Choi and Kim, 2016; Yi, 2017)되고 있으므로, 조경산업에서도 트렌드 수준의 고차원적 활용이 필요하다.

우선, BCG(2016)의 제안과 같이 제한적 접속이 가능한 SaaS를 통해, 열린 현실공간의 조성·유지관리 및 서비스에서 발생하는 자료의 공유와 관리, 협업이 가능하다. 이미 GIS, CAD, 클라우드 서비스 등으로 협업에 의한 도면작업, 업무 및 일정 관리, 서류결재, 데이터관리 등에서 활용이 증대되는 상황이다. 특히, 건설산업에서 활용되는 BIM(Building Information Modeling)이 클라우드 컴퓨팅과 연계되어 확장되는 중이다. 범용화된 3차원 시설물 정보 활용, 설계변경 요인 감소, 비용 예측 등에서 효과가 검증되는 중이다(KICT, 2013). 조경산업에서도 활용이 증대되거나 LIM(Landscape Information Modeling)이 연계될 것으로 판단된다. 한편, IaaS와 SaaS를 이용해 별도의 가상공간, 즉 개별 기업별로도 웹사이트 구축(Choi, 2016)이 가능하다. 기업소개, 제품판매 등과 더불어 열린 현실공간의 식물·시설 정보, 이용·운영 안내, 시민교육 프로그램 등을 제공함으로써 시민 참여 증대와 활성화에 활용할 수 있다. 조경과 같은 소규모 산업에서는 도시재생 등의 관련 사회구성원과의 소통 등을 위한 필수적 기술이며, 조성·유지관리 및 서비스의 데이터화, 자동화, 스마트화를 동시에 추구하는 데도 효과적이다. Yi(2017)의 클라우드 기반 스마트팜 서비스와 같이, 조경 관련 기업들에게 SaaS 기반의 저가형 유지관리 시스템의 제공도 가능하다. 지자체, 공공기관 등의 투자로 개발된 클라우드 컴퓨팅 기반의 솔루션을 기업, 관리기관에 대여 또는 저가로 공급함으로써 개별적, 분산적으로 운영되던 레거시 시스템을 통합 운영할 수 있다.

(3) 빅데이터

빅데이터는 디지털화된 정형(숫자 등) 및 비정형(문자, 이미지, 영상, 센서 데이터 등) 데이터의 양적 의미이다. 최근에는 저장, 분석, 시각화 등의 처리과정을 포함하는 개념으로 발전하

고 있다. 즉, 빅데이터 속에서 의미있는 정보를 추출하여 의사결정 지원, 생산성 향상, 경쟁력 강화 등의 새로운 가치를 증대하는 과정도 포괄한다. 현재는 인공지능의 필수요소로 인식되며, 민간보다 공공에서 더욱 필요한 기술로 평가받고 있다. 빅데이터의 처리과정은 크게 수집, 공유, 저장, 처리, 분석, 시각화 과정으로 진행된다. 데이터 수집 방법은 포털 등의 인터넷 서비스에서 활용하는 크롤링(Crawling) 엔진, 로그 수집기 등으로 문자, 영상, 이미지 등을 수집하거나, 사물인터넷으로 연결된 센서 등에서 생산되는 데이터를 수집한다. 공유, 저장, 처리 과정은 데이터를 효과적으로 활용하는데 필요한 기계적 과정이다. 자바 기반의 오픈소스 프레임워크인 하둡(Hadoop)과 이를 지원하는 맵리듀스(MapReduce)는 저장, 처리 과정을 획기적으로 개선한 기술이다. 성능이 뛰어난 단일 하드웨어보다 성능이 낮더라도 다수의 하드웨어를 활용하는 분산 처리가 효과적이라는 논리이다. 분석 및 시각화 과정은 빅데이터로부터 가치있는 데이터를 분석 및 추출하여 시각화하는 과정으로, 분석용 패키지인 R, SPSS, 엑셀 등의 소프트웨어가 활용된다. 통계분석, 데이터 마이닝, 텍스트 마이닝, 소셜 네트워크 분석 등이 있다. 최종적으로 분석 및 시각화된 정보를 피드백하거나 미래 예측에 활용한다. 즉, 빅데이터는 데이터 기반 기술로 건설, 농업, 환경 관련 산업(NRC, 2017; Byeon, 2017; Koo, 2015)뿐 아니라, 조경산업에서도 활용이 증대될 것으로 예측된다.

먼저, 포털서비스, SNS 등을 제공하는 플랫폼에 축적된 빅데이터를 이용해 열린 현실공간의 사회적 관심도 및 이슈, 이용행태, 장소성, 주이용시설 등을 분석하고, 가치를 증대하는 연구(Woo and Suh, 2016; Woo and Suh, 2018)가 속속 나타나는 중이다. Han *et al.*(2017)의 연구를 참고할 때 조경산업과 관련한 사회적 인식, 용어의 사회적 개념 정립, 이용자 유치 등의 사회현상 분석에도 활용이 증대될 것으로 판단된다. 다음으로 건설산업에서는 프로젝트 리스크 및 안전사고 예측, 건물 등의 시설 성능 및 에너지 관리, 도시의 개발, 정책, 관리 등에서도 활용이 증대되는 추세이다(Koo, 2015). 조경산업에서도 사물인터넷 등이 활성화될 경우, 축적된 데이터의 인과 및 상관 관계 등을 분석함으로써 위험징후, 이상신호 등에 사전대응하고, 시행착오 최소화, 안정성 향상, 새로운 융합시장 창출 등에 활용될 것으로 판단된다(Cho, 2013). 특히, 개체수 증감 등을 비롯해 생물서식처 온도, 습도 등의 환경변화를 데이터화하여 정밀하게 분석하면 생태적 공간의 효율적 조성 및 유지관리에 유용할 것으로 판단된다. 또한, 데이터 기반의 분석을 통해 열린 현실공간의 활용성을 제시함으로써, 도시재생 과정에서 사회적 합의를 형성하고 조경산업의 경제활동을 증대하는데 효과적일 것으로 판단된다. 다만, 열린 현실공간에서 발생하는 데이터는 3V 중 대용량 부문에서 타 산업과 차이가 있으므로 개별적, 전체적 측면을 동시에 분석할 필요가 있다.

(4) 인공지능

인공지능은 알고리즘과 프로그래밍을 이용하여 인간의 지적 능력을 인공적으로 구현한 기술 및 시스템의 집합 개념이다. 기계학습 알고리즘인 딥러닝(Deep learning:DL) 기술이 등장하며, 인공지능 시대가 가시화되었다. 기계학습은 문서, 영상 등의 데이터를 분석해 스스로 사고하는 과정이며, 딥러닝은 컴퓨터가 인간처럼 학습이 가능토록 하는 인공지능망 기술이다. 특히, 딥러닝 기술은 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 하드웨어 등과 함께 급속히 진화하고 있으며, 알파고 쇼크 이후 빠르게 발전하고 있다. 최근에는 경제적 파급효과가 큰 산업에서 학습 및 추론, 언어이해, 상황이해, 시각이해, 인식 및 인지 등에 주로 활용되고 있다. 공공서비스에 도입되는 단계는 크게 4단계로 볼 수 있다. 1단계로 단순 및 반복적이며, 판단이 필요없는 자동화 서비스, 2단계로 능력을 이용하여 분류, 모방 등 판단이 필요한 논리적 판단 서비스, 3단계로 데이터와 추론을 통해 판단이 필요한 인지적 실행 서비스, 4단계로 감정적 이해 등이 필요한 감성형 실행 서비스로 구분된다. 즉, 인공지능은 데이터 기반 기술이며, 건설, 농림, 환경 관련 산업에서도 활용이 증대될 것으로 전망(NIA, 2018; NRC, 2017; KISDI, 2017; PCFIR, 2017)하고 있다. 국가 및 대기업 등에서 개발되어 범용적으로 확산될 때 조경산업에서도 활용이 가능할 것으로 판단된다.

인공지능이 안정화 및 범용화될 경우, PCFIR(2017)의 제안과 같이 기계학습을 위한 빅데이터 확보만으로도 활용이 가능하다. 데이터 기반의 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 가상·증강현실, 드론 등에 제시되는 활용 방안에 적용 가능하며, 효과적 개선이 가능하다. 즉, 조경수 등의 식물, 휴게 및 편의 등의 시설물을 비롯하여, 조성·유지관리 및 서비스 전 과정에서 활용이 가능하다. 특히, Koo(2015)의 연구와 같이 엔지니어링 분야의 결과물이 대부분 데이터화되고 있으므로, 인공지능의 활용이 건설현장보다 빠르게 적용될 것으로 판단된다. 인공지능은 공학적 활용뿐 아니라, 모방적 접근에 의한 음악, 미술, 문학 등의 예술적 활용도 가능하다(NIA, 2018). 중장기적으로 사회적 규제, 시스템 연계 등이 해결될 때, 사물인터넷, 포털서비스, SNS, GIS, BIM, 건설관련 문서 등에서 추출된 데이터를 바탕으로 일부 엔지니어링 활동이 가능할 것이다. 사업타당성, 자연·인문환경, 법규 등의 분석은 물론 계획, 설계, 내역 작업 등에서도 모방적 활동이 가능할 것으로 판단된다. 데이터화가 현실적으로 어려웠던 건설현장에서는 로봇, 드론 등의 건설기계에 적용(Ji, 2017)되어, 현장 전반에서 점진적 활용이 가능할 것으로 전망된다.

(5) 로봇

로봇은 주위 환경을 인식하여, 자율적으로 상황을 판단하고, 동작하는 기계장치를 총칭한다. 기존의 로봇과 구분하여 지능

형 로봇으로 칭하기도 한다. 로봇의 부품은 크게 환경 및 대상을 인식·계측하는 센서, 구동을 위한 동력전달장치인 구동기, 동작을 제어하는 제어기, 기타 부품으로 구분된다. 사물인터넷, 인공지능 등의 기술이 발전하며, 제조용 로봇 중심에서 개인 및 전문 서비스 로봇 중심으로 시장이 변화하는 추세이다. 제조용 로봇은 주로 효율성 제고 및 비용 절감, 전문분야에서 사람을 대신해 반복적이거나 위험한 업무 등에 투입된다. 개인 및 전문 서비스 로봇은 가사, 여가, 문화체험, 교육 등에 활용되며, 미래 산업 아이템으로 관심이 증가하는 상황이다. 최근 이슈가 되고 있는 컴패니언 로봇(Companion Robot)은 인간과 소통함으로써 정서적 교감을 이룬다는 점에서 고령화, 유아 문제 해결 등에 활용될 것으로 예상되고 있다. 즉, 지능형 로봇은 데이터 기반 기술이 핵심이며, 건설, 농림, 환경 등의 분야에서 다양한 용도로 활용될 것으로 전망되고 있다(Jeong, 2016; NIA, 2018; NRC, 2017). 조경산업에서는 인공지능, 센서 등을 포함한 다양한 범용기술이 시스템화되어 고도화될 때, 활용이 가능할 것으로 판단된다.

경제적 가치를 고려할 때 건축, 토목 등에서 우선 활용(Ji, 2017)되고, 공통적으로 활용이 가능한 조경관련 공종에 적용될 것으로 판단된다. 건설기계를 활용한 조경관련 부대토목, 구역화된 포장시설, 편의시설 등의 설치, 관리에 주로 활용될 것으로 전망된다. 관수 등의 반복적 작업이 요구되는 유지관리 과정에서 우선적 활용이 예상된다. 물론 조경산업은 섬세한 작업이 다수이며, 자연소재는 완전한 규격화가 어려워(ELAF, 2010) 고도화된 로봇이 필요하다. 서비스에서는 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능 등으로 제공할 수 있는 대부분의 서비스 제공이 가능하다. 특히, 노인의 공원 이용률이 지속적으로 증가하고 있으므로 관련 문제 해결에 소재로서 활용이 가능할 것으로 판단된다. 최근 노인복지시설에서 노인의 재활운동, 정서적 대화, 치매예방용 놀이 등에도 활용되고 있으므로, 공원 등에서도 활용이 가능할 것이다. 반대로 공원 이용률이 감소하고 있는 어린이의 열린 현실공간 이용을 유도하는데도 효과적일 것으로 판단된다. 지난 2017년에 증강현실을 이용한 포켓몬고(Pokemon GO)로 공원이용률이 증대된 것과 같은 맥락이다.

2) 주변기술

(1) 가상·증강현실

가상현실은 가상의 환경에서 체험 등의 현실적 상황이 펼쳐지며, 시각, 청각, 촉각 등의 오감이 상호작용토록 구현한 개념이다. 다양한 가상 콘텐츠를 기반으로 현실에서 접하기 어려운 상황의 구현이 가능하다. 가상현실을 경험하기 위해서는 안경처럼 착용하는 모니터인 HMD(Head Mounted Display)와 목적에 따라 장갑, 옷 등의 주변기기가 필요하다. 증강현실은 가

상현실에서 파생된 기술로 물리적 실제공간이 가상의 수단, 즉 컴퓨터 그래픽 등과 융합되어 증강된 개념이다. 사용자가 위치한 실제공간에서 다양한 디지털 콘텐츠와 상호작용함으로써 가상현실보다 현실감이 높다. 특히, GPS, NFC, 센서와 연계하여 지식정보, 문화콘텐츠 등을 제공하는데 효과적이다. 이에, 데이터 기반 기술인 가상현실과 증강현실의 선호도도 분야별로 달리 나타나고 있다. 교육, 동화, 게임, 패션에서는 증강현실, 테마파크, 의료, 박물관, 전시회, 관광, 자동차, 비행, 방송 등에서는 가상현실을 선호하는 것으로 나타났다. 최근에는 건설 관련 산업에서 활용이 증대되고 있어(Park, 2016; Kim, 2017a; Kim and Park, 2017; Kim, 2017b), 조경산업에서도 주목할 필요가 있다.

건설산업(Joint Ministry, 2017)에서는 빅데이터와 가상현실 기술이 적용된 스마트 건설시스템을 구축하여, 2022년까지 건설생산성의 40%를 향상시킬 계획이다. 또한, 3차원 가상설계·시공을 비롯하여 BIM 적용기준을 2021년까지 마련할 계획이라 보고되었다. 이미 계획 및 설계를 비롯하여 시공 및 유지관리, 인력관리, 안전 및 기술 교육 등에 일부 활용되는 중이다. 즉, 조경산업도 건설산업의 한 분야로서 BIM, LIM 등과 연계하여 조성·유지관리 및 서비스에서 활용이 가능할 것으로 판단된다. 특히, 열린 현실공간의 계절적 변화, 생장에 따른 변화 등의 미래가치를 판단하는데도 효과적 활용이 가능하다. 또한 3D 스캐닝, 드론 등을 연계함으로써 도시재생 관련 역사문화시설의 재현에도 활용이 가능하다. 테마파크, 박물관 등에서도 공간 둘러보기 등의 이벤트적 활용을 통해 방문객의 만족도 상승에 기여할 수 있다(Kim and Park, 2017). 3D 게임에서도 열린 현실공간의 현실적 조성이 요구됨에 따라, 관련 연구가 진행 중이다. 가상현실용 HMD와 런닝머신 등을 융합하여 실내에서도 가상화된 열린 현실공간을 즐기고, 조깅, 도보 등의 운동도 가능할 것으로 전망된다. 물론 자연에 대한 인간의 갈망은 해소되기 어려우나, 미세먼지, 기후변화를 비롯해 노인문제 등에 대한 대안적 대처방안으로는 유용할 것으로 판단된다. 증강현실은 열린 현실공간에서 GPS, NFC, 센서 등을 연계(Kim and Park, 2017)하여, 공간 및 서비스 안내, 환경교육 등에 적극적 활용이 가능하다. 또한 지역공동체 및 주민이 특정 시설 또는 식물과 관련한 정보를 현장에서 바로 취득토록 지원할 수 있어 역량 증대에 효과적이다. 이용자들도 같은 방식으로 안내 또는 교육, 놀이가 가능하다. 향후, 포켓몬고와 같이 증강현실을 이용해 어린이, 청소년 등의 호기심을 자극(Kim, 2017a)할 수 있는 жу라기 공원, 나비 공원 등의 조성도 가능할 것으로 판단된다.

(2) 드론

드론은 사람이 타지 않고, 무선 네트워크에 의해 조종되어

비행하는 무인 비행체를 의미한다. 군사용 목적으로 개발된 드론이 가격하락과 오픈소스 적용으로 상업화되며, 전문분야에서의 활용이 급격히 증가하고 있다. 일반적으로 비행체의 크기, 비행반경 및 고도, 목적 및 임무 등에 따라 분류된다. 주요 기술은 항법시스템, 제어시스템, 하드웨어, 통신시스템 등이 있다. 일반적으로 관성센서, GPS, 기압센서, 라이다 등의 항법시스템을 이용해 데이터를 생산한다. 제어시스템에서 이용자가 위치, 속도, 자세 등을 유지 및 제어한다. 즉, 드론은 데이터 기반 기술이며, 건설, 농림, 환경 관련 산업에서 활발한 연구가 진행(Choi and Ahn, 2015; Kim *et al.*, 2016; Kim *et al.*, 2015) 중이므로, 조경산업에서도 지속적 활용이 가능할 것으로 전망된다.

열린 현실공간의 건설현장 현황 파악, 공사진행률 파악, 폐기물 추적, 건설자재 조달 등에 활용이 가능하다. 유지관리 현장에서도 안전, 시설물 유지관리, 변화상 파악 등에 활용된다. 입체적 현황 파악 등이 필요한 촬영, 측량, 원격탐사 등을 비롯하여, 3차원 모델 구축, 지형 조사, 지반 성질도 부피 계산 등에도 활용할 수 있다(Kim *et al.*, 2015). 한편, 열린 현실공간의 녹지 모니터링 과정에서 축적된 토양, 물, 기후, 식물 등의 데이터와 드론으로 근접촬영한 데이터를 비교분석하여 식물의 병해충 감지, 수형변화 등의 예측이 가능하다. 식물의 가시광선과 근적외선대에서 나타나는 반사율의 차이를 분석하여 생육상태 등도 관리가 가능하다(Kim *et al.*, 2016). 최근 국립공원에서도 드론에 의한 3D 스캐닝 및 촬영 데이터를 사물인터넷 등과 연계하여 수목의 개체수, 건강 및 생육상태 등을 파악하는데 활용하고 있다. 대규모 녹지, 골프장 등에서는 방제, 파종 등에도 일부 활용이 가능하다. 또한, 열린 현실공간의 이용 현황, 이용자 추이, 보전지역의 이용 관리 등에도 활용이 가능할 것으로 판단된다. 특히, 서비스에서는 음악분수와 같이 이벤트에 활용이 가능하다. 경기 일산의 노래하는 분수는 연간 100만여 명이 이용하며, 공원의 소재로서 조경의 가치증대에 기여하고 있다. 즉, 2018 평창동계올림픽에서 구현된 오류기 등은 열린 현실공간에서 활용 가능한 이벤트 소재이다. 현재까지는 규모, 사업비 등의 한계로 조경산업에서는 활용이 제한적인 상황이다. 향후 활성화에 의한 비용 인하, 규제 완화, 교육 증가 등으로 활용성이 증대될 것으로 판단된다.

(3) 3D·4D 프린팅

3D 프린팅은 데이터 기반의 CAD 모델에서 요구하는 3D 객체를 적층가공 제조방식으로 구현·제작하는 개념이다. 적층가공은 재료를 쌓아올려 제품을 제조하는 방식이다. 기존 시제품 제작에 사용되던 패속조형이 발전하며 개발되었다. 제조관련 범용기술로 부각되고 있으며, 데이터 기반의 모델링, 객체 절삭, 프린팅, 가공 후처리의 과정을 통해 제품이 완성된다. 재료 및 적층 기술이 발전함에 따라 다양한 형태의 제품생산이 가능

하며, 비용 및 시간 절감에 효과적이다. 특히, 재료로 사용되는 필라멘트(filament), 파우더(powder), 레진(Resin) 등의 고분자 계열은 가볍고 유연한 공정을 실현하였으며, 금속, 세라믹 계열의 소재로도 제작이 가능하다. 최근 이슈가 되는 4D 프린팅은 온도, 습도, 진동 등의 자극에 의해 재료의 성질인 색, 모양 등이 스스로 변화되는 기능이 추가되었다. 즉, 데이터 기반 기술인 3D·4D 프린팅은 다품종 소량 생산이 가능하여, 건설 관련 산업에서도 활용이 증대(Seo, 2014; Kim, 2016; Kim *et al.*, 2017)되고 있다. 조경산업뿐 아니라, 지역공동체 및 주민에게도 유용할 것으로 판단된다.

건축산업에서는 3D 프린팅과 관련한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다(Lee, 2014b). 지난 2016년에는 아랍에미리트 두바이에 시멘트 화합물과 강화 플라스틱 등을 재료로 3D 프린팅된 건축 사무실이 설치되었으며, 미국, 중국, 러시아 등에서도 등장하고 있다. 네덜란드 암스테르담에서는 하천에 설치되는 보행용 다리도 제작되었다. 설계 등에 활용되는 모형과 현장에서 필요한 소비성 자재들의 제작도 가능하다(Kim *et al.*, 2017). 모래, 콘크리트, 폴리프로필렌 등을 이용한 단순 구조물의 제작을 비롯해, 운반 후 조립이 가능한 시설 제작(Lee, 2014b)에서도 활용이 증대되고 있다. 열린 현실공간에 설치되는 벤치, 퍼즐러 등의 휴게시설물, 관리사무소, 화장실 등의 관리시설물을 비롯하여 놀이시설물, 체육시설물 등의 제작에 활용이 증대될 것으로 판단된다. Seo(2014)의 연구를 고려할 때, 예술적 감각이 뛰어난 조경전문가 등에 의해 환경조형물, 비정형 경관석 등의 제작에도 용이할 것으로 판단된다. 특히, 미세먼지, 기후변화 등으로 실내 공간에서 활동이 증가하고 있는데, 식물생육에는 열악한 환경이다. 즉, 식물과 매우 흡사하게 프린팅된 인공식물과 자연식물을 적절히 배분하여 식재가 가능하다. 또한, 교육적 가치가 있으며, 근접이 어려운 새, 나비, 개구리 등의 동물도 프린팅하여 소재로 활용 가능할 것으로 판단된다. 지역공동체 및 주민의 역량 증대를 통해 소재를 생산하고, 판매로 연결할 수 있다. 열린 현실공간의 주요 공간에 소재를 설치하여 전시효과를 창출하고, NFC 등으로 웹서비스와 연계하면 효율적 판매가 가능하다.

(4) 3D 스캐닝

3D 스캐닝은 실제 공간과 제품 등의 사물을 스캔하여 데이터화하는 개념이다. 생산성, 정밀성 등의 가치증대에 효과적이다. 일반적으로 의료 등에서 활용되는 프로브(Probe)를 이용한 접촉식, 외부공간에서 활용되는 레이저 또는 거리영상 카메라를 이용한 비접촉식으로 구분된다. 스캔된 데이터 분석을 통해 공간 상의 특정 사물의 위치를 파악하고, 크기, 부피 등을 측정한다. 대규모 공간을 빠르게 스캔하여 입체적으로 분석함으로써 지형조사, 지상의 사람 및 차량 등의 이동경로 파악도 가능

하다. 고성능 그래픽 프로세서인 GPU (Graphics Processing Unit)를 사용하여 가상의 데이터와 실시간으로 추출된 3D 데이터의 연계도 가능하다. 즉, 3D 스캐닝은 데이터 기반 기술로 건설, 농림, 환경 관련 산업(Yun and Yi, 2018; Mun and Kim, 2016; Kim, 2016)뿐 아니라, 공간을 조성·유지관리하는 조경 산업에서도 활용이 증대될 것으로 판단된다.

드론과 연계하여 제시된 대부분의 활용 방안이 가능하며, 연계하지 않고도 건설산업(Mun and Kim, 2016)의 대규모 설계 과정에 필요한 현황정보 구축, 데이터 모델링, BIM의 연계 등에 활용이 가능하다. 특히, 가치가 큰 역사문화시설 등의 열린 현실공간을 스캔 및 데이터화하여 보존하거나, 가상·증강현실과 연계하여 조경수 등에 의한 미래의 공간 변화를 예측하는데도 효과적이다. 도시재생 차원에서 활용성이 낮은 공간을 재조성할 때도 성장한 수목 등의 현황 파악에 활용이 가능하다. 준공 시에도 식물은 도면과 정확히 일치시키는데 한계가 있으므로 데이터화하여, 검수에 활용할 수도 있다. 또한, 전통공간 등은 역설계를 통해 조성 당시의 설계 개념 등을 파악하거나, 데이터화되지 않은 공간을 데이터화하여, BIM 또는 LIM과 연계가 가능하다. 지속적 유지관리에 활용할 수 있으며, 공원 등에 설치되는 다리, 조형물, 화장실 등의 변위부위를 확인할 수 있으므로 안전관리도 가능하다(Kang, 2016). 이밖에 조성소재 등의 데이터화를 통해 3D 프린팅으로 출력하는데 효과적 활용이 가능하다.

(5) 블록체인과 나노·신소재

블록체인은 암호화된 온라인 공개 분산장부로서 참여한 모든 구성원에게 공개되며, 특정 조직과 연계 없이도 경제적 활동이 가능한 개념이다. 분산되어 기록된 데이터는 사실상 해킹이 불가능하여, 신뢰성과 효율성이 높다. 또한, 중개자 없이 저비용으로 거래, 계약, 가상화폐, 송금 및 결제 서비스 등의 경제적 거래가 가능하다. 나노·신소재는 나노의약품, 나노센서, 그라핀 등의 일부 혁신이 기대되고 있으나, 현재까지는 활용 가능성이 불확실하다(STPI, 2017; NRC, 2017; NIA, 2018). 결과적으로 블록체인은 조경관련 정부조달 등의 입찰 관련 업무, 건설 및 용역 계약 등에 제한적 또는 보조적으로 활용될 것으로 판단된다. 나노·신소재는 현재의 전망을 기준으로 조경산업에 직접적으로 활용될 가능성은 적다. 특히, 두 기술 모두 열린 현실공간의 조성·유지관리 및 서비스에서 데이터 기반의 선순환적 가치증대에 미치는 영향은 적을 것으로 판단된다.

3) 적용분야기술

신재생에너지는 햇빛, 물, 지열, 바람, 생물유기체 등의 재생 가능한 에너지, 또는 기존 화석연료를 변환시켜 이용하는 에너지 개념이다. 주요 재생에너지로는 태양열, 태양광, 풍력, 지열,

소수력, 바이오매스 등이 있고, 신에너지로는 연료전지, 수소에너지 등이 있다. 유전자 분석 및 편집, 줄기세포, 재생의료, 신경과학, 합성생물학, 생명공학 등에서는 인체를 중심으로 동식물에 이르기까지 폭넓은 연구가 진행되고 있다(Klaus, 2016; STPI, 2017; Lee, 2014a). 즉, 신재생에너지(Lee, 2014a)는 환경적으로 조경의 가치와 맥을 같이 하며, 열린 현실공간에서 시민교육, 경관시설 등에 활용되고 있다. 유전자 분석 및 편집, 생명공학 등(Klaus, 2016)은 경관적·생태적으로 우수한 조경수의 개발에 활용이 가능하다. 다만, 적용분야기술은 고도로 전문화된 인력과 시설 등이 필요하며, 특정목적 이외에는 기술 활용범위가 제한된다(STPI, 2017). 특히, 적용분야기술에 의해 개발된 제품, 서비스 등은 조경산업에 의해 보급될 수 있으나, 조성·유지관리 및 서비스에서 데이터 기반의 선순환적 가치증대에 미치는 영향은 적을 것으로 판단된다.

2. 시스템 수준

1) 기술의 시스템화

지식정보시대를 주도한 컴퓨터와 스마트기기는 진화적 산물임과 동시에 생산과 소비의 최종 집점이다. 한국은 2017년을 기준으로 가구당 컴퓨터 보유율이 74.7%로 나타났다(MSIT and KISA, 2018). 성인의 스마트폰 보유율, 인터넷 사용율은 각각 94%, 96%로 전 세계 1위(Pew Research Center, 2018)이며, 유비쿼터스 컴퓨팅이 실현되고 있다. 세계 최초의 5G 시범서비스 등 ICT 관련 인프라도 세계 최고수준이다(NRC, 2017). Klaus(2016)는 2025년까지 인구의 90%가 스마트폰을 보유하고, 유비쿼터스 컴퓨팅이 가능할 것으로 전망하였는데, 이보다 최소 9년 이상을 앞서고 있다. 닫힌 현실공간에서는 컴퓨터 등이, 열린 현실공간에서는 스마트기기, 센서 등이, 가상공간인 플랫폼과 연계되어 생산 및 소비할 수 있는 기반이 마련된 것이다. 여기서 플랫폼은 산업, 영역, 기술을 비롯한 사회전반을 연결하며 데이터의 축적 및 활용, 공급자와 수요자의 연계, 사회구성원과 기술 중개 등에서 가치증대에 기여해왔다. 최근에는 플랫폼을 중심으로 앞서 분석된 사물인터넷, 인공지능 등의 기술이 연계되고, 데이터 및 개방형 혁신이 이뤄지고 있다. 이

에 4차 산업혁명을 플랫폼 혁명, 플랫폼 경제로 정의하기도 한다(NRC, 2017; NIA, 2016; Lee *et al.*, 2018; NIA, 2018). 즉, 컴퓨터와 스마트기기, 사물인터넷 등의 기술이 플랫폼을 중심으로 상호연계되어 시스템화되고, 데이터가 확충된다. 데이터는 빅데이터화되고 분석을 통해 다시 가상공간과 현실공간에 적용되어 가치를 증대한다. 시스템 수준의 '데이터 기반 가치창출 시스템'이며, 건설, 농업, 환경 관련 산업 등에서도 각 산업에 특화된 트렌드 수준으로 응용(Joint Ministry, 2017)하여 활용을 증대하고 있다. 조경산업에서도 BCG(2016), MGI(2017), Han and Kim(2016) 등의 연구를 고려하여 트렌드 수준으로 응용하면, 가치 증대에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 즉, 플랫폼을 중심으로 사물인터넷, 드론 등의 요소기술 수준, 컴퓨터와 스마트기기 등을 유기적으로 상호연계하여 시스템화하면, 데이터 기반의 선순환적 가치증대에 효과적인 기술이 된다. 요소기술 수준에서 제시된 모든 활용 방안을 연계할 수 있으며, 시너지효과도 창출된다. 시스템화되는 개별 기술들을 구조화하면 Figure 2와 같다.

2) 선순환적 가치증대 구조

선순환적 가치증대를 위해서는 데이터 기반 기술이 적용된 서비스의 이용으로 데이터 및 정보가 유통되어야 한다. 여기서 서비스는 생산적 활동인 건설의 유지관리와 접하고 있으며, 데이터 기반 기술로 통합 연계할 수 있다(PCFIR, 2018; NIA, 2016). 즉, 데이터 기반 기술이 적용된 유지관리 시스템을 구현하면 서비스의 연계 및 이용, 데이터 및 정보의 유통이 가능하다. 열린 현실공간의 합리적 조성·유지관리 여부와 이용자 실천에 의한 사회적 요구를 플랫폼 중심의 유지관리 시스템에서 동시에 파악이 가능하다. 필요시 조성·유지관리, 플랫폼 이용 과정에서 생산된 데이터 및 정보의 통합적 관리도 가능하다. 데이터와 정보의 객관적 분석을 통해 생산성을 증대하거나, 개선된 서비스를 제공하여 피드백하는데 합리적인 구조이다. 물론 정책, 설계, 시공 등에서 면밀한 검토를 통해 유기적으로 연계되어야 한다. 결과적으로 조경영역 전반에 데이터 및 정보를 유통하는 교두보로 유지관리를 활용할 때 선순환적으로 가치를 증대하는데 효과적이다. 열린 현실공간의 조성·유지관리

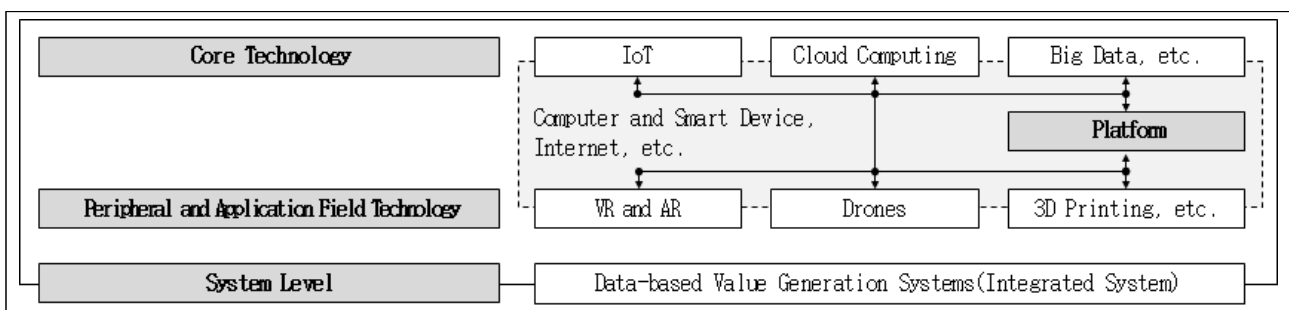


Figure 2. Systematization of individual technologies

및 서비스에서 선순환적 가치증대 구조는 Figure 3과 같다.

열린 현실공간에서 사물인터넷, 드론, SNS, 플랫폼 등을 활용하면 이용자 행태가 데이터화되고, 빅데이터로 공간의 활용성 분석이 가능하다. 분석된 정보를 바탕으로 이용이 많은 공간은 보전, 특화, 확장하고, 사회적 요구로 분석될 경우 타 공간에 적용이 가능하다. 이용이 적은 공간은 추가적인 데이터 분석으로 보완, 재조성 등을 실행하여, 이용자 요구를 수용할 수 있다. 여기서 추가적 분석은 공간 조성, 유지관리, 서비스 및 플랫폼 이용 과정에서 생산된 데이터로 수행이 가능하다. 즉, 재정비가 필요한 공간의 근거로 내구연한 등이 중요하게 작용하고 있으나, 도시재생에서는 이용률 증가에 따른 활성화도 중요하다. 데이터 기반의 객관적 분석으로 비이용 공간을 커뮤니티 등의 장소적 관점에서 새로이 재정비하는 선순환적 과정을 통해, 도시의 활력과 더불어 조경산업의 경제적 활성화를 유도할 수 있다. 또는, 소규모 공간에서 모션센서를 기반으로 하는 꽃향기 내뿜는 자동 분사기, 새소리를 구현하는 스피커, 모니터링을 위한 웹서비스 등을 연계하여, 이용자 접근 시에 오감을 자극하는 개인화된 맞춤형 서비스 제공도 가능하다. 데이터화된 이용자수 및 시간, 반응정도 등을 조성·유지관리 과정에서 생산된 데이터와 비교하며, 각자의 관점에 따라 활용이 가능하다. 서비스 이용이 증대될수록 데이터는 지속적으로 증가하고, 조경산업의 가치도 선순환적으로 증대된다. 즉, 서비스에서 만족도 증가, 이용률 증가, 의식 증진, 조경산업의 전문성 고취 등의 가치가 증대될 수 있다. 특히, 다수의 연구(NIA, 2018; Ahn and Kim, 2017; MGI, 2017; BCG, 2016; Han and Kim, 2016)에서 제시된 바와 같이 조경의 산업적 가치가 증대될 것으로 판단된다. 생산성 및 품질 향상, 부가가치 및 사업기회 창출, 사업제한의 근거 마련, 미래사회 대응 등을 비롯하여 과학기술에 근거한 데이터를 바탕으로 사회적 합의형성에 활용이 가능하다.

3) 선순환적 가치증대 시스템

앞서 제시된 바와 같이, 조경산업은 유지관리를 교두보로 삼

아 플랫폼 중심의 데이터 기반 기술을 시스템화할 때 선순환적 가치증대에 효과적이다. 특히, 디지털 특성을 활용하면 열린 현실공간인 도시재생 공공공간에서 효과성이 증대된다. 최근 조정정책에서 강조하고 있는 스마트공원 등이 추구해야 하는 수준이기도 하다. 열린 현실공간과 닫힌 현실공간 사이에서 가상공간인 플랫폼이 초연결화, 초실감화, 초지능화, 초융합화를 주도한다. 전이공간에 존재하는 사물인터넷, 드론, 스마트기기 등과 클라우드 컴퓨팅을 통해 데이터가 생산되어 플랫폼에 축적된다. 데이터는 빅데이터화되고, 인공지능에 의해 분석되어 피드백된다. 사회구성원에게 정보로 제공되어 각 기술에 대한 인위적 대응 또는 자동제어로 효과적 조성·유지관리 및 서비스가 이뤄진다. 열린 현실공간의 사회구성원, 동식물, 환경 등이 닫힌 현실공간의 조경영역과 소통, 공유, 협력하며, 선순환적으로 가치를 증대하는 것이다. 열린 현실공간의 조성·유지관리 및 서비스에서 트렌드 수준의 관련 기술이 플랫폼을 중심으로 유기적 연계되어 시스템화된 선순환적 가치증대 시스템은 Figure 4와 같다.

조경관련 실제 사례에 인접산업의 활용기술을 분석하여 제시한 연구결과를 종합하여, 선순환적 가치증대 시스템을 설명하면 다음과 같다. LH(2017)의 '수목하자 DB분석 결과'에 따르면, 준공 후 2년 이상의 시점에 교목 하자율이 12.6%로 나타났다. 주요원인은 건조, 부적기 식재, 병해충, 피소, 동해, 배수 불량, 염해, 관수불량, 부적합 수종 식재 등이 제시되었다. 대응 방안으로는 관수 등의 유지관리, 부적합 수종 등에 대한 설계 피드백, 상시 모니터링 시스템의 중요성이 제시되었다. 즉, 데이터 기반의 선순환적 가치증대 시스템을 구현하면 수목하자에 대한 대응방안을 종합적으로 수용할 수 있다. KFS(2017)의 '산림공간정보서비스'보다 진보된 시스템으로 민간의 역할이 강화된 보다 폭넓은 형태의 플랫폼 구축 지원(Lee *et al.*, 2018)이 필요하다. 열린 현실공간과 닫힌 현실공간이 가상공간인 플랫폼으로 모두 또는 각각 '초연결화'된다. 유지관리 과정에서 사물인터넷을 활용하여 기후, 토양 등의 생육환경을 상시

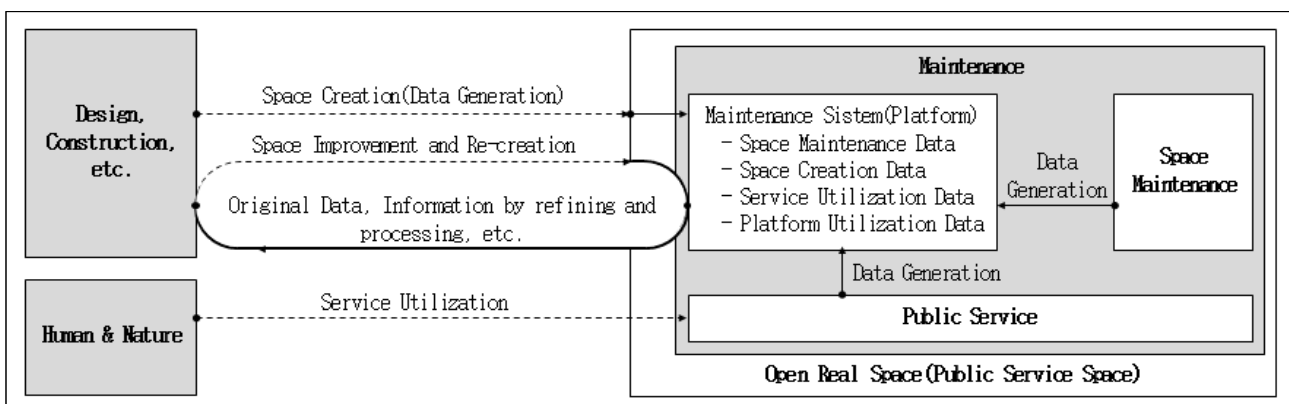


Figure 3. Data-driven value creation structure

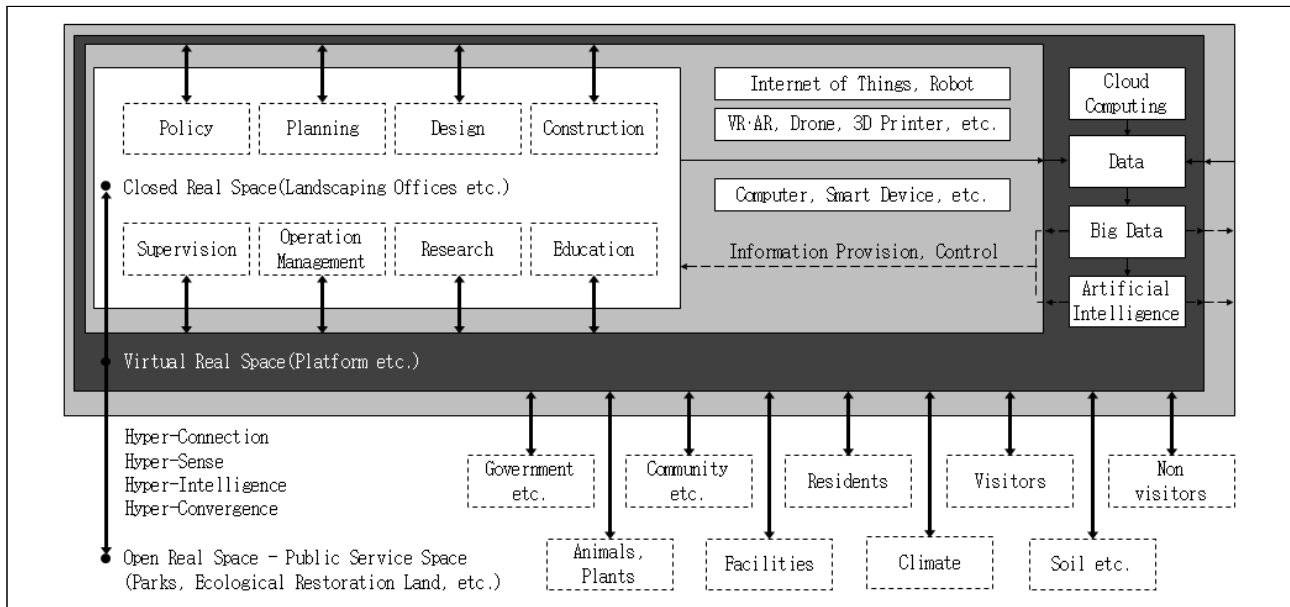


Figure 4. Data-based virtuous cycle creation system

모니터링한다. 이상징후 발생 시 클라우드 컴퓨팅, 드론 등에 의해 자동관수, 방제 등의 즉각적 대응이 가능하다. 모니터링 과정에서 환경변화에 따른 식물의 생육상태가 빅데이터화되고, 인공지능의 학습자료로 활용되어 '초지능화'된다. 인과 및 상관 관계 등의 분석 결과가 현실공간의 사회구성원에게 전달되거나, 전이공간의 컴퓨터와 스마트기기, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등을 제어하며, 선제적 대응으로 이어진다. 특히, 도시재생이 지역공동체 및 주민 참여를 강조하고 있으므로 스마트기기과 센서, NFC, GPS 등을 이용하여, 다양한 방식으로 참여를 유도할 수 있다. 식물정보 제공 및 관리 등의 맞춤형 개인화 교육으로 역량을 강화하고, 유지관리에 참여가 가능하다. 식물의 생육상태 변화 인지가 수월하므로 개별적 제보를 유도하고, 자발적 참여자를 대상으로 개별적·무제한적 반복 교육, 컨설팅 등도 가능하다. 물론 조경산업의 실전적 특성으로 인하여 일부 한계가 있지만, 조경관련 온라인 전문교육에 대해서는 효과가 검증(Choi, 2018)되었다. 가상·증강현실로 구현할 경우, 식물생장에 따른 변화, 관리방법 등의 콘텐츠를 '초실감화'할 수도 있다. 조경전문가도 즉각적인 데이터 입력이 가능하며, 조경영역 전반에서 식물 고사원인 등의 관련 정보를 분석하여 학습 및 개선할 수 있다. 즉, 플랫폼을 통해 소통 및 공유, 협력하며, 사회구성원, 기술, 산업 등의 개별적 경계가 사라지고 '초융합화'된다. 조경산업의 가치가 선순환적으로 증대되며, 지속가능성을 확보하게 되는 것이다.

한편, 인접산업의 트렌드 수준은 광범위하며, 고도로 전문적임에 따라 개념적으로 접근하였다. 먼저, 스마트시티와 스마트홈(NIA, 2018; NIA, 2016)은 조경산업과 밀접하게 연계된다. 정책적으로 스마트시티 조성이 증가하고 있으며, 또는 사회적

요구에 의해 각 도시에서 산발적으로 조성되고 있는 스마트홈, 자율주행로, 스마트팜, 스마트공장 등에 의해 자연스럽게 스마트시티화되어 가고 있다. 여기서 스마트정원은 스마트홈과 연계될 수 있으며, 스마트공원 등은 스마트시티의 구성요소로 볼 수 있다. 스마트팜과 정밀농업(KREI, 2016)은 공원을 비롯한 식물원, 공항, 사무실 등에 식재된 조경수, 지피식물 등의 관리에 벤치마킹이 가능하다. 또한 공간의 디지털화는 스마트관광(Koo *et al.*, 2015)과의 연계에 효과적이다. 스마트헬스케어(STPI, 2017)는 공원 등이 인간의 사회적, 정신적, 신체적 건강증진을 추구하므로 연계가 가능할 것으로 판단된다. 이밖에 자율주행차와 차량공유서비스로 발생하는 유흥지(NRC, 2017)는 열린 현실공간으로 조성될 가능성이 있으므로 조경산업에 도움이 될 것으로 판단된다. 스마트공장, 스마트에너지, 스마트그리드 등도 열린 현실공간 조성·유지관리 및 서비스에 연계가 가능할 것으로 판단된다.

V. 결론

시대적 패러다임의 전환으로 건설, 농림, 환경 등의 산업 전반이 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술을 적극적으로 수용하는 추세이다. 지식정보사회에서 도구이자 소재로 활용된 컴퓨터와 인터넷보다, 산업 전반의 선순환적 가치증대에 더욱 큰 영향을 미칠 것으로 전망하고 있다. 조경산업에서도 선순환적 가치증대를 위한 도구이자 소재로서, 데이터를 기반으로 하는 4차 산업혁명 기술의 이해와 융합이 필요한 시점이다. 이에 조경산업의 관점에서 4차 산업혁명 기술을 탐색하여, 선순환적 가치증대에 필요한 기초자료를 제공하고자 연구를 수행하였다. 결과

를 요약하면 다음과 같다.

먼저, 조경산업의 특성, 구조 등에 기준하여, 선순환적 가치 증대에 효과적인 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술을 선별하였다. 요소기술 수준에서 핵심기술인 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능, 로봇, 주변기술인 가상·증강현실, 드론, 3D·4D 프린팅, 3D 스캐닝이 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술로 조명되었다. 조경산업에 특화된 트렌드 수준으로 응용하면 선순환적 가치증대에 활용이 가능한 것으로 나타났다. 적용분야기술에서는 신재생에너지, 유전자 분석 및 편집 등이 트렌드 수준으로 응용 가능하나, 데이터 기반의 선순환적 가치증대에는 제한적으로 나타났다. 시스템 수준은 플랫폼을 중심으로 요소기술 수준, 컴퓨터와 스마트기기 등이 유기적으로 상호연계되어 시스템화된 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술로 조명되었다. 하나의 범용기술로 분석하였으며, 트렌드 수준으로 응용하면, 요소기술 수준에서 응용된 트렌드 수준의 모든 활용방안의 구현과 시너지효과 창출이 가능하다. 스마트정원, 스마트공원 등이 추구해야 하는 수준으로 선순환적 가치증대에 효과적인 기술로 평가되었다. 한편, 트렌드 수준의 인접산업 기술들은 고도로 전문적이며, 기술 및 사회경제적으로도 광범위하여 연구에 한계로 작용하였다. 개념적으로는 스마트시티, 스마트홈, 스마트팜 및 정밀농업, 스마트관광, 스마트헬스케어가 협업에 의한 연계성이 클 것으로 판단되었다.

다음으로, 열린 현실공간, 즉 도시재생 공공공간을 포함한 조경공간의 조성·유지관리 및 서비스에서 도구이자 소재로서, 트렌드 수준으로 응용된 관련 기술의 다양한 활용 방안이 조명되었다. 특히, 조경영역 전반이 전략적 교두보로 유지관리를 연계하여, 트렌드 수준으로 응용된 관련 기술을 시스템화할 때 선순환적 가치증대에 효과적인 것으로 나타났다. 유지관리는 생산적 활동인 건설의 한 분야이며, 이용자와 상호작용하는 서비스와의 최종 접점으로서 다양한 경로에서 생산된 데이터와 정보를 유통시키는데 효과적이기 때문이다. 즉, 유비쿼터스 컴퓨팅의 실현으로 조경공간에서 디지털 기술의 기본적 특성이 반영된 초연결화, 초실감화, 초지능화, 초융합화가 가능해졌다. 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등으로 시설과 식물, 자연현상, 서비스, 인간활동 등을 초연결하여 데이터화 및 정보화, 자동화, 스마트화가 가능하다. 가상·증강현실, 드론, 3D·4D 프린팅, 3D 스캐닝 등으로 시설과 식물, 공간 등의 초현실적 구현이 용이하다. 데이터의 축적은 인공지능의 학습으로 이어지고, 열린 현실공간의 조성·유지관리 및 서비스가 효율적으로 초지능화될 수 있다. 가상공간인 플랫폼에서 사회구성원, 기술, 산업 등이 소통, 공유, 협력하며 초융합되는 것이다. 결과적으로 열린 현실공간의 조성·유지관리 및 서비스에서 기존 업무를 비롯하여 새로운 성격의 요구 수용 및 조율, 교육, 컨설팅 등을 수행할 때도 선순환적 가치증대가 가능하다. 서비스에서는 자

연의 보존 및 관리를 비롯하여, 공간의 이용률 및 만족도 증가, 지역공동체 및 주민의 맞춤형 역량 강화, 사회구성원의 관심 및 참여 증대 등 가치증대가 가능하다. 조성·유지관리 과정에서는 생산성 및 품질 향상, 부가가치 및 사업기회 증대, 사회적 합의형성 등의 산업적 가치증대에 효과적이다.

제언으로는 먼저, 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술 활용이 조경산업의 가치를 훼손하거나, 설계, 시공 등과 같이 특정 수요를 창출해야 하는 분야로 오해하는 경향이 있다. 데이터 기반 기술은 조경영역 전반에서 컴퓨터와 인터넷 등을 활용하듯, 가치 실현을 위한 도구, 또는 소재로 인식해야 한다. 초·중·고등학교에서 코딩교육을 실시하는 것도 같은 관점에서 바라 봐야 한다. 모든 학생이 프로그래밍 관련 업무를 미래 직업으로 선택하는 것이 아니라, 관련 기술을 이해하여 각자의 분야에서 효과적으로 활용하는 것이 중요하기 때문이다. 둘째, 인접산업에서는 이미 4차 산업혁명 기술의 수용을 사회적 요구이자 피할 수 없는 시류로 인식하고 있다. 기회요인은 극대화하고, 위협요인에 대응하고 있다. 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 드론, 가상·증강현실, 3D·4D 프린팅, 3D 스캐닝의 활용을 증대하고 있으며, 플랫폼을 중심으로 연계하는 중이다. 이후 데이터 확충이 가속화되면, 인공지능, 로봇의 활용이 본격화될 것으로 전망되고 있다. 조경산업도 이러한 사회경제적 변화를 인식하고, 미래지향적 대응이 필요한 시점이다. 사회적 요구를 수용한 후지필름은 성장하고, 전통적 방식을 고수한 코닥은 위축되었다. 특히, 전통적 유통 기업들은 데이터 기반 기술을 주도하는 ICT 기업 또는 인접산업에 주도권을 내주었다. 현재의 조경산업을 주도하는 기업의 상황도 언제든 변할 수 있다. 즉, NRC(2017)의 제안과 같이, 앞으로 디지털 역량이 부족하고, 경험적 지식에 의존하는 기존 기업은 경쟁에 밀려 도태될 것이다. 기업의 도태는 산업, 교육, 정책의 도태로 이어질 수 있으며, 가치도 변화될 수 있다. 셋째, 인접산업의 기술 활용 수준을 고려할 때, 인공지능, 로봇, 빅데이터의 일부를 제외한 기술은 조경영역의 의지에 따라 현재에도 실현이 가능하다. 플랫폼 기반의 맞춤형 개인화가 가능하듯, 조경산업의 대부분이 소규모 모임에도 공공기관 등에서 시스템을 구현하여 다수의 공간 조성·유지관리 및 서비스에 적용하는 것이 가능하다. 정책결정권자의 이해와 실행이 중요하며, 가치증대의 정도를 높이기 위해서는 융복합 지식을 갖춘 인재양성이 시급하다. ELAF(2010) 등에서도 인재 양성에 대해 제시하고 있으나, 실행되지 못하고 있다. 국가과학기술분류체계에도 'GIS 및 CAD 등의 전산기술을 이용하여 조경계획, 설계, 시공 등의 과정을 더욱 용이하게 하는 기술'로 조경정보학(Landscape information science, LB1106)이 있으나 활용되지 못하고 있다. ICT 관련 기술을 직접 개발함이 효과적이나, 각 산업의 전문성을 존중할 때 소통, 공유, 협력에 대한 최소한의 능력개발이 필요하다. 마지막으로

조경산업에서 관련 연구가 부족하고, 4차 산업혁명 기술의 범위가 광범위하여 탐색적 연구로 결과를 도출하였다. 환경, 인식 등에 따라 결과의 차이가 발생할 수 있으며, 조경공간의 유형별 선순환적 가치증대 모델을 비롯해 경제효율, 기술확산시점, 시장규모, 제도 등에 대한 제시에 한계가 있다. 향후 데이터 기반의 4차 산업혁명 기술을 실제 조경공간의 조성·유지관리 및 서비스에 융합하여 실증하고, 본 연구의 한계로 제시된 경제효율 등을 분석하는 등의 후속적 연구가 필요하다.

References

- Ahn, Y. H. and S. Y. Kim(2017) Construction industry transition with the 4th industrial revolution technology. *Journal of the Korea Institute of Building Construction* 17(2): 19-23.
- AURI(Architecture&Urban Research Institute)(2017) A Study on Urban Public Space Utilization Activation: Focusing on Private Participation. Report of Presidential Commission on Architecture Policy.
- BCG(The Boston Consulting Group)(2016) Digital in Engineering and Construction: The Transformative Power of Building Information Modeling. Report of the Boston Consulting Group.
- Bresnahan, T. F. and M. Trajtenberg(1995) General purpose technologies 'Engines of growth?'. *Journal of Econometrics* 65(1): 83-108.
- Byeon, H. S.(2017) The status and suggestions for big data adaptation in the government and the public agency. *Journal of Digital Convergence* 15(4): 13-25.
- Cho, Y. I.(2013) Understanding big data and its main issues. *Journal of Korean Association for Regional Information Society* 16(3): 31-52.
- Choi, J. H.(2015) A Study on the Landscape Architecture Profession Related Internet Media Usage and Satisfaction: Based on Korean Landscape Architecture Professional Portal Site. Ph.D Dissertation, Sang Myung University.
- Choi, J. H.(2016) A study on the service quality and satisfaction of internet environment landscape architecture media: Focus on Korean Professional Portal Site, Lafent. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 19(5): 1-10.
- Choi, J. H.(2018) A study on the development method of e-learning contents by the level of demand for landscaping practical education. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 46(3): 1-13.
- Choi, K. and M. H. Kim(2016) Research on convergence of Internet-of-things and cloud computing. *The Journal of the Korea Contents Association* 16(5): 1-12.
- Choi, S. Y. and H. S. Ahn(2015) Current trends and prospects for drone technology. *The Proceedings of KIEE* 64(12): 20-25.
- ELAF(Environment and Landscape Architecture Foundation)(2010) Korean Landscape Architecture Vision 2020. Report of Environment and Landscape Architecture Foundation.
- Han, H. J. and J. S. Kim(2016) Toward an IoT-based Water and Environment Management System: Opportunities, Challenges, and Policy Options. Report of Korea Environment Institute.
- Han, S. L., T. H. Kim, J. H. Lee and H. S. Kim(2017) A study on the application of sns big data to the industry in the fourth industrial revolution. *Culinary Science and Hospitality Research* 23(7): 1-10.
- Hong, H. J. and T. S. Kim(2017) National Infrastructure Intelligence Promotion Strategy for Innovation Growth. Report of National Information Society Agency.
- Jang, Y. J.(2017) The 4th industrial revolution issue and the direction of Korean response strategy. *KIET Industry Economy* 9: 7-23.
- Jeong, I. S.(2016) Robotics agricultural convergence parts industry and technology trends. *The Journal of Korea Institute of Electronics Engineers* 43(9): 24-30.
- Ji, S. H.(2017) 4th industrial revolution: Future urban construction forecast. *Construction Engineering and Management* 18(3): 10-13.
- Joint Ministry(2017) A Man-centered 4th Industrial Revolution Response Plan for Innovation Growth. Report of Presidential Committee on The Fourth Industrial Revolution.
- Joint Ministry(2018) The New Deal Roadmap to Change My Life. Report of Ministry of Land, Infrastructure, and Transport.
- Kagermann, H., W. Wahlster and J. Helbig(2013) Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final Report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Kang, T. W.(2016) Study on 3D image scan-based MEP facility management technology. *Journal of KIBIM* 6(4): 18-26.
- KICT(Korea Institute Of Construction Technology)(2013) Development of SaaS(Software as a service) Application Technology of Cloud Computing Based BIM(Building Information Modeling). Report of Korea Institute Of Construction Technology.
- KILA(The Korean Institute of Landscape Architecture)(2013) Korean Landscape Charter. Report of the Korean Institute of Landscape Architecture.
- Kim, C. H.(2017a) Study of theme park attractions using virtual reality and augmented reality technologies. *Journal of Digital Convergence* 15(9): 443-452.
- Kim, H. C.(2013) A critical review on the conceptual scope and policy institution process in the Korean context of urban regeneration. *Journal of the Korean Urban Management Association* 26(3): 1-23.
- Kim, H. J.(2016) Domestic 3D printing industry revitalization plan. *The Journal of Korea Institute of Electronics Engineers* 43(8): 60-65.
- Kim, H. K., H. J. Kim and S. J. Park(2015) Possibility of application of construction industry drones. *Construction Engineering and Management* 16(4): 3-8.
- Kim, H. S. and T. J. Park(2017) Technical trends in virtual reality (VR) and augmented reality (AR) and implementation cases in game engines. *Journal of Information and Communications Magazine* 33(12): 56-62.
- Kim, J. H.(2017b) Analysis of global virtual, augmented reality contents states. *Journal of Korea Game Society* 17(4): 7-16.
- Kim, J. S., S. K. Kim, M. B. Seo, T. H. Kim and K. B. Ju(2017) A proposal of 3D printing service platform for construction industry through case analysis. *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 18(11): 53-61.
- Kim, S. H., K. H. Lee and K. H. Yu(2016) Trends and tasks of agricultural drone technology. *Journal of iCROS* 22(3): 34-42.
- Kim, Y. U. and S. Y. Lee(2015) An analysis and understanding of cloud computing. *Journal of Information and Communications Magazine* 32(4): 87-92.
- KISDI(Korea Information Society Development Institute)(2017) A Study on the Solutions of ICT-based Social Issues. Report of Korea Information Society Development Institute.
- Klaus, S.(2016) The Fourth Industrial Revolution. Song, K. J. (Translated), *The Fourth Industrial Revolution of Klaus Schwab*. Seoul: Megastudy Co., Ltd., 2016.
- Koo, B. S.(2015) Emerging big data paradigms in the AEC industry. *Construction Engineering and Management* 16(6): 45-49.
- Koo, C. M., S. H. Shin, K. H. Kim and N. H. Chung(2015) Analysis of case study for smart tourism development: Korea tourism organization's smart tourism case. *The Journal of the Korea Contents*

- Association 15(8): 519-531.
38. KOSTAT(Statistics Korea)(2017) Korean Standard Industrial Classification, Report of Statistics Korea.
 39. KREI(Korea Rural Economic Institute)(2016) Smart Farm Operation and Development Direction, Report of Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.
 40. Lee, J. G.(2014a) Domestic renewable energy supply and policy directions for 2014, Journal of the Electric World April pp. 41-44.
 41. Lee, J. H., T. K. Kim and Y. I. Bae(2018) To Successfully Innovate in the 4th Industrial Revolution: Build a Korean-style Urban Sharing Platform, "Issues & Diagnosis" Report of Gyeonggi Research Institute.
 42. Lee, S. J.(2014b) 3D Printing technology for architecture: Current trends & future, Proceedings of Korean Construction Engineering and Management, pp. 18-19.
 43. LH(Korea Land & Housing Corporation)(2017) Database Analysis Result of Arbor Tree, Report of Korea Land & Housing Corporation.
 44. MGI(McKinsey Global Institute)(2011) Internet Matters: The Net's Sweeping Impact on Growth, Jobs, and Prosperity, Report of McKinsey Global Institute.
 45. MGI(McKinsey Global Institute)(2017) Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity, Report of McKinsey Global Institute.
 46. MSIP(Ministry of Science ICT and Future Planning), KISTEP and KAIST(2017) Production and Consumption of Korea's 4th Industrial Revolution Era after 10 Years, Future Strategy Report, Report of Ministry of Science, ICT and Future Planning, KISTEP, KAIST.
 47. MSIT(Ministry of Science and ICT) and KISA(Korea Internet & Security Agency)(2018) 2017 Survey on the Internet Usage, Report of Ministry of Science and ICT, and Korea Internet & Security Agency.
 48. Mun, D. H. and B. C. Kim(2016) Plant industry 3d scanning technology, CAD/CAM Review 22(1): 34-38.
 49. NIA(National Information Society Agency)(2016) Analysis and Implication of Home IoT Market, Report of National Information Society Agency.
 50. NIA(National Information Society Agency)(2018) 4th Industrial Revolution, Looking for the Future of Korea, Report of National Information Society Agency.
 51. NRC(National Research Council for Economics · Humanities and Social Sciences)(2017) Economic and Social Impacts and Response Plan of the 4th Industrial Revolution: Policy Challenges for Technology and Society's Co-development, Report of National Research Council for Economics, Humanities and Social Sciences.
 52. Park, H. B.(2006) Citizen participation and governance, Korean Policy Sciences Review 1(2): 1-23.
 53. Park, S. H. and J. J. Kim(2016) Development of NFC mobile application for information on textile materials, Journal of Fashion Business 20(1): 142-156.
 54. Park, Y. R.(2016) A New Stage of ICT Ecosystem Competition, Virtual and Augmented Reality, Report of Korea Information Society Development Institute.
 55. PCFIR(The Presidential Committee on the 4th Industrial Revolution) (2017) The 4th Industrial Revolution List of Overseas Policy Data, Report of the Presidential Committee on the 4th Industrial Revolution.
 56. PCFIR(The Presidential Committee on the 4th Industrial Revolution) (2018) The Data Industry Activation Strategy, Report of the Presidential Committee on the 4th Industrial Revolution.
 57. Pew Research Center(2018) Smartphone Ownership on the Rise in Emerging Economies, Pew Research Center.
 58. Seo, M. B.(2014) Development of next generation construction fusion technology based on 3D printing, Report of Korea Institute of Construction Technology.
 59. Song, Y. J. and C. O. Choi(2017) The Economic Meaning of the 4th Industrial Revolution and the Role of Government, Report of National Information Society Agency.
 60. STPI(Science and Technology Policy Institute)(2017) Technological Drivers and Industrial Impacts of the Fourth Industrial Revolution, Policy Research of Science & Technology Policy Institute.
 61. Woo, K. S. and J. H. Suh(2016) A study on the contemporary definition of 'GARDEN': Keyword analysis used literature research and big data, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 44(5): 1-11.
 62. Woo, K. S. and J. H. Suh(2018) Time series analysis of park use behavior utilizing big data: Targeting Olympic Park, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 46(2): 27-36.
 63. Yi, S. Y.(2017) Smartfarm technology based on cloud, The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences 34(1): 51-57.
 64. Yun, H. J. and J. A. Yi(2018) The direction and stage of ICT evolution during the 4th industrial revolution, Report of National Information Society Agency.
 65. KED(The Korea Economic Daily)(2018) Competition for 'Smart Home' with Construction Companies, Telecommunications and Portal, <http://news.hankyung.com/article/2018052775201>
 66. KFS(Korea Forest Service)(2017) Forest Geospatial Information Service, http://www.forest.go.kr/newkfsweb/kfs/idx/SubIndex.do?orgId=fgis&mn=KFS_02_04
 67. Lafent(2018) What are the Roles and Assignments of a Landscape Architect in Urban Regeneration?, http://www.lafent.com/inews/news_view.html?news_id=122935

Received : 10 December, 2018

Revised : 08 January, 2019 (1st)

05 March, 2019 (2nd)

Accepted : 05 March, 2019

4인익명 심사필