

스마트도시 기술 및 서비스 특성을 고려한 공간계획 방향 연구

A Research of Planning & Design Methods for Smart City Services and Technologies

조상규 Cho, Sangkyu
김영현 Kim, Younghyun
박성남 Park, Sungnam
남성우 Nam, Seongwoo
윤호선 Yoon, Hosun
문보람 Moon, Boram
이제승 Lee, Jaeseung

(auri

일반연구보고서 2021-2

스마트도시 기술 및 서비스 특성을 고려한 공간계획 방향 연구

A Research of Planning & Design Methods for Smart City Services and Technologies

지은이 조상규, 김영현, 박성남, 남성우, 윤호선, 문보람, 이제승
펴낸곳 건축공간연구원
출판등록 제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)
인쇄 2021년 12월 31일, 발행: 2021년 12월 31일
주소 세종특별자치시 가림로 143, 8층
전화 044-417-9600
팩스 044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 17,000원, ISBN: 979-11-5659-342-3

이 연구보고서의 내용은 건축공간연구원의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

| 연구책임

조상규 선임연구위원

| 연구진

김영현 연구위원

박성남 부연구위원

남성우 부연구위원

윤호선 연구원

문보람 연구원

이제승 서울대학교 환경대학원 교수

| 외부연구진

황병춘 영국 뉴캐슬대 박사과정

박소은 뚝현공과대학교 석사

서은지 서울대학교 환경대학원 석사과정

이승구 서울대학교 환경대학원 석사과정

| 연구심의위원

유광흠 선임연구위원

오성훈 선임연구위원

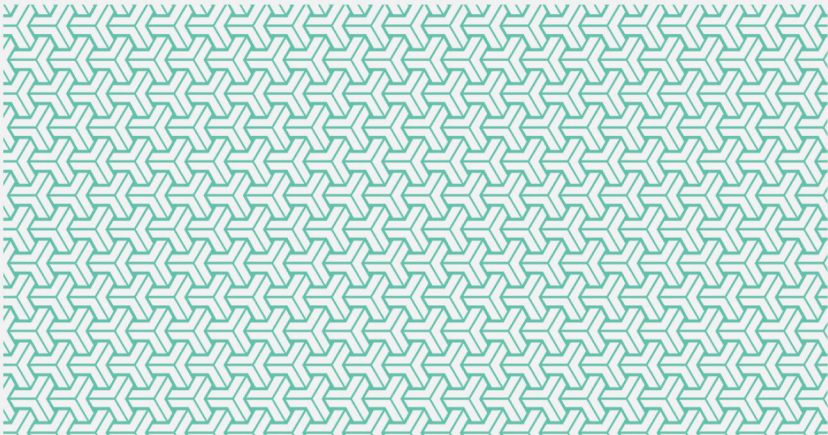
김일환 전문위원

민범식 한아도시연구소 부회장

이승일 서울시립대학교 교수

박선용 국토교통부 사무관

연구요약



1. 연구 개요

4차 산업혁명 기술과 서비스의 발전을 통해 도시의 스마트화가 급격히 진행되고 있는 바, 스마트도시에서의 물리적 공간 변화에 대한 예측과 대응이 긴요한 시점이다. 이러한 여건 속에서 스마트도시로의 변화에 대해 건축과 도시공간의 계획 부문에서 준비하고 대응하고 있는지에 대한 문제의식을 통해 기술·서비스와의 연계 가능성을 점검하고, 향후 스마트도시 서비스와 기반시설의 공간계획 방향을 모색할 필요가 있다.

그리하여, 본 연구는 4차 산업혁명 기술 발전에 따른 도시공간의 변화를 예측하고, 공간계획에 기반한 스마트도시 기술 및 서비스 조사·분석을 통해 스마트도시 기술 및 서비스를 고려한 공간계획 방향을 제시하는 것을 목적으로 하여 수행되었다.

2. 미래 도시공간 변화 관련 담론 고찰

미래학자들의 도시공간 변화 관련 담론들과, 스마트도시 연구자들의 스마트 기술·서비스로 인한 준비와 변화, 그리고 스마트도시 최신 기술·서비스 동향과 도시공간별 변화에 대해 예측한 결과들을 정리하면 다음과 같다.

□ 도시공간구조 상의 변화 예측

- 스마트시티의 주거지역은 근린보다 작은 근린분구, 인보구 단위로 마이크로한 거점위성 업무공간과 교육공간의 혼합구조로 변화
- 15분 도시 개념 등 직주근접과 생활권 최소화
- 주차나 차량 공간을 보도나 테이블을 놓는 공간으로 전용
- 도시 내 공기흐름, 온도제어가 가능한 도시구조, 공원배치
- 미래에는 접근성 제고를 위해 소규모 근린공원과 선형공원 및 녹지를 중심으로 한 도시공간 계획 수립

□ 모빌리티와 교통 인프라의 변화 예측

- 자율주행기술을 활용한 다양한 이동성이 중요해지는 사회
- 보행, 자전거 등 탄소 제로 대중교통 모드로 전환

- 자전거 고속도로 등 자전거도로 확충을 위해 자동차도로 전용 등 도로 공간 개조
- Air Taxi 등 도심 공중 교통운용체계 마련
- 자율주행차와 스마트 인프라 도입을 통해 개별 차량 중심의 도로공간에서 보행 중심의 가로환경으로 변화
- PM을 고려한 가로공간 구조
- UAM 필수 인프라: Vertiport, Maintenance, 충전소 / 고려사항: Operation Environment, Temporary Flight Restriction, Actively Controlled Airspace
- Vertiport 입지는 기존 고속도로 등 일정소음이 있는 인프라와 인접시켜 UAM 소음 문제소지를 줄이고, 저고도 공역 확보 가능
- Vertiport(대형 착륙지로 여러 개의 Vertistop으로 구성)와 Vertistop(단일 이착륙 지점)
- 도심내 건물식 주차장 꼭대기층을 PAV 이착륙 시설로 개조
- 도심내 높은 건물들 사이로 PAV가 날아다닐 때 발생할 수 있는 재산권과 사생활 침해 이슈 등
- 물류시스템을 터널화-지하화 함으로써 지상을 보행 중심으로 재편

□ 주거, 상업, 업무 건축물의 변화 예측

- 탄소중립과 기후회복력에 도움이 되도록 건물 개조
- 인구 및 가구 구조 변화에 대응하는 유연한 건축 평면 구조
- 건물은 IoT를 통한 자동화 및 스마트화
- 온라인 회의, 재택근무, 식품 배송, 바이러스 전파를 완화시키는 자동식 문 개폐, 장애인들에게 선호되는 기술
- 주거공간의 평면적 확장, 1인가구 증가, 주거공간의 복합화 등 변화로 최소주거기준, 용도별 방의 개수 등 주거기준 변경 필요
- 상업공간 수요 감소로 소매 상업공간 필요면적 변화

□ 에너지 등 기타 도시 인프라의 변화 예측

- 신재생에너지원 등 탄소중립 에너지 공급 방식 구현
- 지능형 가로등 및 기타 도시 서비스를 위한 캐노피 네트워크 설치

□ 도시정보 체계 변화 예측

- 분산된 데이터를 통합적으로 관리 운영하는 체계 구축 및 데이터 연계·공유를 위한 표준화
- 도시의 모든 인프라가 IoT와 결합하여 데이터를 수집하고 전면 자동화가 실현 될 것

3. 공간 기반 스마트 기술·서비스 조사 결과 논의

□ 자율주행차량의 도입에 따른 가로환경 공간특성

자율주행차량 도입의 경우 도시 공간에 급속한 변화를 유도하는 계기가 될 것으로 예측되며, 캐나다 토론토의 경우 2035년에는 완전 자율주행차량 도입에 따른 도시 내 교통환경 변화로 전과 다른 가로환경 공간특성을 제시하고 있다.

현대자동차와 도요타자동차는 '20년 CES 가전박람회'에서 모빌리티가 바꾸는 새로운 미래 모습을 제시하였다. 현대자동차는 자율주행 셔틀과 플라잉카를 연동하는 스마트시티의 모습을 제시하였으며, 도요타자동차는 사용자, 자율주행 셔틀, 건물의 조화를 통한 스마트시티의 모습을 제시하였다.

현대자동차의 미래 도시에는 자율주행 셔틀과 플라잉카를 연결하는 여러 개의 허브가 설치되어 있다. 큰 도시 곳곳에 허브를 설치하고, 자율주행 셔틀로 허브까지 이동하여 플라잉카를 통해 도시 곳곳이나 다른 도시로 이동하는 교통시스템이다.

도요타자동차는 자율주행 셔틀과 사람의 공존을 주제로 하는 새로운 스마트시티(Wooven City)를 건설하겠다는 계획을 발표했고, 현재 실제로 건설이 추진 중인 프로젝트이다. Wooven City는 일본 시즈오카현의 도요타공장과 주변 부지를 활용하여(70만 m²) 자율주행 스마트시티로 개발하고자 하는 도시개발 사업으로, 사람과 자율주행 셔틀이 도로를 공유하고 건물과 도로의 사용성을 높이는 것이 도시개발의 핵심이다.

주목되고 있는 것은 지하에 만들어지는 운송 전용 도로망으로 소형 자율주행로봇들이 물건을 운송하고 엘리베이터를 통해 각 세대의 거실로 직접 물건을 배달한다는 점이다. 또한, 도요타의 전기차 모델인 'e-팔레트' 등 무공해 자율주행차 등이 주행할 수 있는 차량도로, 보행자와 개인형 모빌리티 서비스가 공존하는 산책로, 보행자 전용의 공원 산책로로 도로를 다양하게 설계하였다.

□ 자가용 감소에 따른 도시공간 변화

자율주행차와 공유자동차로 인해 개인 소유의 자동차 수가 감소하고, 더불어 주차장도 약 46~93% 사이에서 감소할 것으로 예측된다¹⁾. 특히, 도로면적도 상당 부분 감소할 것으로 보인다. 줄어든 주차장과 도로 공간에는 공원, 노천카페, 주민 커뮤니티 공간과 보행자나 자전거, PM을 위한 공간이 들어설 것으로 보았다.

그 중에서도 현재 주차장 확보를 위한 다세대 주택의 필로티 구조 형태는 주거시설이나 상가 등 다른 용도로 채워질 것으로 예측하였다. 또한, 택시처럼 바로 터미널 입구에 내려줄 수 있는 자율주행자동차의 이점으로 인해 터미널의 차량 광장 공간도 택시 대기 공간과 비슷한 형태로 디자인되고, 기존의 대규모 주차장을 크게 줄어든 것으로 예측하고 있다.

□ 생활권 반경의 축소

정보통신의 발달은 도시공간의 변화를 불러일으킨다. 생활권 반경은 점차 축소될 것이며, 도시공간 용도의 혼합과 함께 생활권 반경축소 및 고밀화를 예상할 수 있다. 따라서 생활권 단위 도시공간이 중요해질 것이다.

대표적인 국외사례로 프랑스 파리의 '15분 도시' 계획을 꼽을 수 있다. 이는 15분이면 갈 수 있는 거리에 생활할 수 있는 인프라를 구축하는 것을 주요 골자로 한다. 도보 15분 이내 서점, 식료품점, 소상점, 학교, 문화시설, 의료시설, 공공서비스를 접할 수 있도록 도시공간을 개조하는 계획이다.

국내에는 통신인프라가 안정적으로 구축되어 있는 편이나, 수도권-비수도권 간 편차가 큰 것으로 나타나고 있으며, 향후에는 스마트시티 구현을 위한 IoT, CPS 등의 상용화에 대응하는 통신인프라 구축 및 도시공간에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

□ 에너지 발전시설의 주거지 등 도시공간 입지

스마트시티 내 에너지부문의 문제를 스마트 기술로 해결하고, 도시 자체의 에너지 공급량을 늘리기 위해서는 스마트그리드 시스템에 신재생 에너지 발전원 등을 추가 확대할 필요가 있으며, 분산자원으로 인한 에너지낭비를 최소화하고 에너지 공유 최적화를 위한 에너지 공유형 커뮤니티 활성화 및 도시생태계를 조성하는 것이 요구된다.

1) 변완희, 류쳐라마: 모빌리티 혁명의 미래, 2021, 크레파스북

에너지의 효율화는 스마트 시티 건설의 주요 목적인 도시환경 개선방안 중 중요한 수단으로 이해되며, 지능형 전력망(스마트그리드)은 스마트시티 내 에너지 효율화 측면에서 중요한 신기술로 논의된다.

국가지범도시인 부산 에코델타시티에서는 스마트시티 전력 수요량 예측에 따른 최적의 신재생에너지 공급을 통해 도심형 친환경 에너지 발전 모델을 구축 중이다. 친환경 에너지의 간헐적 특성을 고려하고 도심에 최적화된 발전 설비를 제안하기 위해 연료전지(SOFC) 중심의 고효율 에너지 발전원을 구성하여 발전면적을 최소화하고 전력생산에 집중하였다.

이러한 에너지 설비들은 과거에는 이격 시설로서 입지가 선정되어 왔으나, 스마트시티에서는 도심 내에 에너지 발전 시스템과 관련 설비들이 도입되어야 하는 만큼, 공간 계획 반영과 함께 관련 제도들에 대한 개선이 이루어져야 한다.

4. 스마트 기술·서비스를 고려한 공간계획 방향

본 연구에서의 주요 성과인 미래 도시공간의 변화와 공간 계획 방향으로 먼저 스마트도시 기술·서비스들을 통해 미래 스마트한 도시공간 구현을 위한 추진 전략들을 제시하였다. 세부전략들은 지역 불균형의 해소, 생활권 고밀화와 역 중심 스마트도시 개발, 기후변화와 탄소중립을 위한 마이크로그리드 기반 분산에너지 활성화, 쇠퇴지역 대상 기술·서비스 우선 적용 등 스마트 복지 확대 등으로 제시하였다.

결론적으로는 본 연구의 핵심 성과인 스마트 기술·서비스를 고려한 공간 계획 방향에 대해 다음과 같이 제시하였다. 첫째, 자율주행과 PM을 고려한 가로 공간을 위해서는 가로공간의 기능과 물리적 형태를 유연화하고, 자율주행차, PM, 자전거, 보행자 공간에 대한 계획적 고려와 다양한 기능 수용을 위한 융합이 이루어져야 한다.

둘째, UAM을 고려한 공중 공간을 위해서는 건물 주변으로의 비행에 따른 소음 문제와 사생활 보호 문제 등 새로운 차원에서의 문제들이 제기될 것으로 예측되는 바, 수직이착륙시설이 설치된 건물의 경우 주거공간과의 이격거리를 적용하고, 이착륙과 비행 시 안전 위험과 간섭을 피하기 위해 주변 건물의 높이를 제한하는 등의 조치가 요구된다.

셋째, 에너지시설이 복합된 주거 공간을 위해서는 원활한 신재생에너지 발전을 위해 일사량 확보를 위한 공간의 일사 차폐 조절과 개방율이 높은 입지로 설치가

필요하다는 점과, 경관 등 부분에 대한 불필요한 규제 완화와 인센티브 제공을 통한 활성화를 제안하였다. 이와 함께, 수소충전소와 연료전지발전소 복합시설의 조성에 대비하여 현행 주택건설기준에 따른 이격거리 규정을 완화하거나, 또는 도심 내 안전성 확보를 위해 완충지대를 확보하는 방안도 고려가 필요함을 제시하였다.

주제어

스마트도시, 스마트 기술·서비스, 공간 적용, 변화 예측, 계획 방향

차례 CONTENTS

제1장 서론	1
1. 연구의 배경 및 필요성	2
2. 연구의 목적	3
3. 연구의 범위 및 방법	4
1) 연구의 범위	4
2) 연구의 방법	4
4. 연구의 차별성	6
1) 선행연구 검토	6
2) 본 연구의 차별성	7
제2장 이론 및 문헌 고찰	9
1. 미래학자들의 도시공간 변화 담론	10
1) 미래학자들이 주목하는 스마트시티 기술	10
2) 글로벌 스마트시티 전문가들이 제안하는 미래도시 변화 (Smart City Top Agenda)	12
2. 스마트도시에서의 미래 변화 논의	20
1) 2021~2045 미래사회 전망: 초연결 스마트시티의 가속	20
2) 스마트시티로의 전환을 위한 준비 사항	22
3. 스마트도시 최신 기술·서비스 정책·연구 동향	26
1) 모빌리티 분야	26
2) 에너지 시설 분야	36
3) 통신 시설 분야	42
4. 스마트 기술·서비스를 통한 도시공간 변화 예측	46
1) 주거 공간	46
2) 상업·업무 공간	48

차례 CONTENTS

3) 오픈스페이스 및 네트워크 공간	52
5. 소결	58
제3장 스마트 기술·서비스가 접목된 공간계획 조사·분석	61
1. 공간기반 스마트 기술·서비스 조사	62
1) 모빌리티 부문	62
2) 환경·에너지 부문	70
3) 안전 부문	78
4) 생활 부문	86
2. 스마트도시 요소로서 미래 건축의 변화	94
1) 미래건축 공모에서 나타난 스마트기술	94
2) 수상작품별 스마트건축 기술·서비스	97
3. 스마트도시 공간계획 사례 분석	101
1) 영국 런던과 맨체스터	101
2) 미국의 스마트시티 프로젝트	112
3) 오스트리아의 스마트시티	119
4) 네덜란드 헬몬트 Brainport Smart District (BSD)	125
5) 핀란드 칼라사타마(Kalasatama) 스마트도시	128
6) 멕시코 Smart Forest City Cancun	130
4. 소결	133
1) 공간 기반 스마트 기술·서비스 조사 결과 논의	133
2) 스마트 건축/도시 사례 조사 결과 논의	138

차례 CONTENTS

제4장 스마트도시 기술 및 서비스 특성을 고려한 공간계획 방향	143
1. 스마트도시 기술·서비스의 공간 특성 도출	144
1) 공간계획이 고려되어야 하는 스마트도시 내 기술·서비스 도출	144
2) 공간계획을 위한 매트릭스 작성	144
2. 미래의 스마트 도시공간 추진 전략	147
1) 생활권 고밀화를 통한 역 중심 스마트도시 공간구조 형성	147
2) 스마트 기술·서비스를 활용한 지역 불균형 해소 및 쇠퇴지역 대응	148
3. 스마트 기술·서비스를 고려한 공간 계획 방향	149
1) 자율주행과 PM을 고려한 가로 공간	149
2) UAM을 고려한 공중 공간	150
3) 에너지시설이 복합된 주거 공간	154
제5장 결론	157
1. 연구결과 요약	158
2. 연구 성과 및 후속 연구 제안	160
참고문헌	163
Summary	171

[표 1-1] 선행연구의 주요 내용 및 본 연구의 차별성	7
[표 2-1] 미래학자들이 주목하는 스마트시티 기술	11
[표 2-2] 자율주행차 관련 주요 연구 동향	27
[표 2-3] 자율주행 운행 사례	27
[표 2-4] PM 관련 주요 연구 동향	29
[표 2-5] UAM 관련 주요 연구 동향	32
[표 2-6] PAV(개인용 비행체)에 필요한 핵심기술	34
[표 2-7] 스마트도시와 에너지 관련 주요 연구 동향	36
[표 2-8] 스마트도시와 통신 관련 연구 동향	43
[표 2-9] 주거 공간 변화 관련 문헌 검토	46
[표 2-10] 상업공간 변화 관련 문헌 검토	49
[표 2-11] 업무 공간 변화 관련 문헌 검토	50
[표 2-12] 공원·녹지 공간 변화 관련 문헌 검토	53
[표 2-13] 네트워크 공간 변화 관련 문헌 검토	55
[표 3-1] 미래건축 공모에서 제시된 주요 스마트기술	95
[표 3-2] 스마트위빙시티 설계공모작의 도입 기술	98
[표 3-3] 2021년 현재 Smart Columbus Project의 주요 사업	114
[표 3-4] 칼라사타마의 16개 프로젝트	129
[표 3-5] 스마트시티 설계와 시행을 위한 6가지 원칙	139
[표 4-1] 공간계획이 고려되어야 하는 스마트도시 내 기술·서비스 도출	144
[표 4-2] 기술·서비스 적용을 위한 공간 단위/추진 주체/추진 시기	146
[표 4-3] 주택건설기준 등에 관한 규정에서 주택과의 이격거리 제한 규정	154
[표 5-1] 이론 및 문헌 고찰을 통한 도시공간 변화 예측 요약	158
[표 5-2] 스마트 기술서비스 공간계획 조사·분석 요약	159
[표 5-3] 공간계획이 고려되어야 하는 스마트 기술서비스	159
[표 5-4] 공간계획을 위한 매트릭스 작성	159

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 2-1] 지속가능성을 위한 브리스톨의 10가지 전략	15
[그림 2-2] Kilometers of bike lanes added in 2020	16
[그림 2-3] Mobility Goals for 2022 from the City of Detroit, Michigan	17
[그림 2-4] 코펜하겐 Copenhill 전경	18
[그림 2-5] 코펜하겐의 자전거 고속도로	19
[그림 2-6] 자율주행차 도입에 따른 가로환경 변화	26
[그림 2-7] 광로-대로-중로에 대한 PM 도시가로 설계안	29
[그림 2-8] LA 산타모니카 PM 운행 및 주차	30
[그림 2-9] 코번트리 UAM 포트 조성사업 마스터플랜	31
[그림 2-10] 김포공항 터미널 Vertiport 조성 아이디어(안)	31
[그림 2-11] UAM 운영 간에 필요한 시설과 배치	33
[그림 2-12] UAM 운영환경에 대한 영역과 비행공간의 구분	33
[그림 2-13] PAV의 버티포트 설치 방안	35
[그림 2-14] 스마트 그리드(Smart Grid)의 개념	38
[그림 2-15] Smart London Plan의 실증사업 사례	38
[그림 2-16] 한국전력의 오픈 마이크로그리드 구성도	39
[그림 2-17] 부산 에코델타시티 내 스마트빌리지 적용기술	40
[그림 2-18] 부산 EDC 스마트빌리지 에너지공유 커뮤니티 구축계획	40
[그림 2-19] 마포구 노을 연료전지 발전소 전경	41
[그림 2-20] 부산 그린에너지 연료전지발전소 조감도	41
[그림 2-21] 경기 그린에너지 연료전지 발전소 전경	42
[그림 2-22] Connected Town	44
[그림 2-23] 스페인 바르셀로나 22지구 프로젝트	44
[그림 2-24] 5G 도입 전-후 자율주행차 군집 비교	45
[그림 2-25] 포스트 코로나 시대의 주거 변화	47
[그림 2-26] 스마트오피스와 학교의 모습	52
[그림 2-27] 재택원격근무 활용 제약요소와 거점 위성오피스	52
[그림 2-28] 선형공원과 면형공원의 개념	54
[그림 2-29] 선형공원 계획 사례	54
[그림 2-30] 구글 Sidewalk Labs에서 제안한 스마트시티의 가로 공간	57
[그림 2-31] 구글 Sidewalk Labs에서 제안한 스마트시티의 물류 터널	57

그림차례

LIST OF FIGURES

[그림 3-1] 독일 마인츠의 에너지 파크	63
[그림 3-2] 이노베이션파크	63
[그림 3-3] 나르카 주차로봇 서비스 사례	64
[그림 3-4] 스마트 신호등 사례: NoTraffic	65
[그림 3-5] 행복도시 자율주행 정밀도로지도	65
[그림 3-6] 스마트횡단보도의 개념	66
[그림 3-7] 스마트 노면정보표시의 개념	67
[그림 3-8] 스마트 쉼터 조감도	67
[그림 3-9] 스마트 교통정보 수집 개념도	68
[그림 3-10] PM 스테이션 설치 예시	69
[그림 3-11] 드론 물류시스템 운용을 위한 택배 드론	70
[그림 3-12] 스마트도시에서의 폐기물처리 개념도	71
[그림 3-13] 부천시 미세먼지클린 스마트시티 조성 개념도	72
[그림 3-14] 제로에너지건축물의 개념	72
[그림 3-15] 영동고속도로 덕평복합휴게소 지열에너지 사례	73
[그림 3-16] 침투저류형 입체보도 시스템 개요	74
[그림 3-17] 차량센서 기반 도로기상정보 기술 개념도	74
[그림 3-18] 압전 에너지 하베스팅 도로 개념도	75
[그림 3-19] 융·복합 충전소 상상도	76
[그림 3-20] 김해 산업단지 공장 지붕형 태양광 설비 전경	76
[그림 3-21] 태양광패널 자동쿨링 시스템	77
[그림 3-22] 세대형 음식물 제로화 스마트리사이클링 시스템 개념도	77
[그림 3-23] 스마트 정수체계 개념도	78
[그림 3-24] 스마트폴 개념도	79
[그림 3-25] 사건사고비상대응시스템 개념도, 서울 성동구 사례	79
[그림 3-26] 미세먼지저감서비스 개념도, 경기 부천시 사례	80
[그림 3-27] 미국 HP사의 로봇패트롤 사례	80
[그림 3-28] 보행자 안전 IoT 설치사례	81
[그림 3-29] 지능형소화전 개념도	81
[그림 3-30] 지반모니터링 개념도	82
[그림 3-31] 스마트방음 설치 사례	82

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 3-32] 스마트 스쿨존 시스템 설치 사례	83
[그림 3-33] 스마트홍수통합관리시스템	83
[그림 3-34] 스마트 화재안전감지	84
[그림 3-35] 스마트 시설물 모니터링	84
[그림 3-36] 스마트도시 안전관리체계	85
[그림 3-37] 자율주행 감시형 드론 개념도	85
[그림 3-38] 스마트 에듀테크 선도교교의 수행과제	86
[그림 3-39] Amsterdam Innovation Tour App	87
[그림 3-40] 스마트쇼핑 서비스요소	88
[그림 3-41] 부산 에코델타시티 물류이송로봇 도입 예시	88
[그림 3-42] 스마트 쓰레기통 운영개념도	89
[그림 3-43] Domo Safety 서비스 시나리오	90
[그림 3-44] 송파구 스마트주치의 서비스	91
[그림 3-45] AI기반 응급의료시스템 개념	91
[그림 3-46] 중국의 도로청소용 로봇 ‘코와로봇’	92
[그림 3-47] 독일 뒤셀도르프 공항 로봇 발레파킹 서비스	93
[그림 3-48] 시민참여형 거버넌스 체계 구성 사업추진 모델	93
[그림 3-49] ‘20년 미래건축 공모 대상지	94
[그림 3-50] 스마트위빙시티 설계공모작 조감도	97
[그림 3-51] 스마트그린병커 조감도	99
[그림 3-52] “도시를 담은 미래 자급자족형 주거단지” 조감도	99
[그림 3-53] “미래 기술수요 대응형 화이트그리드시티” 조감도	100
[그림 3-54] “스마트패스로 연결된 새로운 주거공간 (스마트셀티브)”	100
[그림 3-55] Smarter Lodon Together 계획 표지	101
[그림 3-56] London Datastore 웹사이트 캡처화면	102
[그림 3-57] Colour in Romford 캠페인	103
[그림 3-58] Queen Elizabeth Olympic Park의 East Bank 개발 계획	105
[그림 3-59] Queen Elizabeth Olympic Park의 East Bank 개발 계획	106
[그림 3-60] Queen Elizabeth Olympic Park의 단지 내 공간 정보 기반시설(Smart District Data Infrastructure)과 정보의 시각화 및 공유(주택 에너지 효율, 온도, 습도 등)	106

그림차례 LIST OF FIGURES

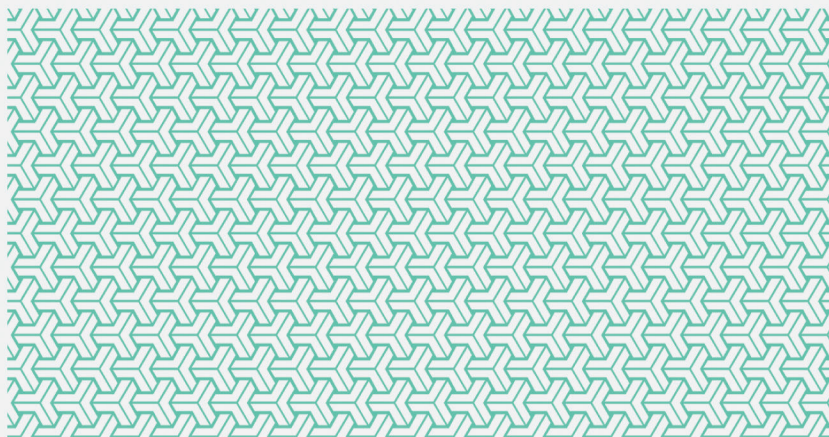
[그림 3-61] Triangulum Project	107
[그림 3-62] Triangulum Project의 3단계	109
[그림 3-63] Triangulum Project 복제 프레임워크	109
[그림 3-64] 옥스퍼드 로드 전경	110
[그림 3-65] Corridor Manchester	111
[그림 3-66] Smart Columbus 계획의 비전	112
[그림 3-67] 자동차 연계망(Connected Vehicle Environment)	113
[그림 3-68] 캠브릿지시와 보스턴시의 주요 고등교육기관 및 대학 분포도	115
[그림 3-69] 캠브릿지시와 보스턴시의 스타트업 분포도	116
[그림 3-70] 신뢰와 소통 중심의 보스턴시 MONUM 추진전략	117
[그림 3-71] CIC 내부 사무실	118
[그림 3-72] Aspern+ citylab이 2010년 작성한 지구도면	119
[그림 3-73] 6개 지구 특성화 계획	120
[그림 3-74] Score for Public Space 공공공간의 세 가지 연결축	121
[그림 3-75] Aspern 시행계획 토지이용계획도	121
[그림 3-76] My Smart City Graz 계획 조감도	122
[그림 3-77] 도입 당시 혁신적이었던 그라츠의 이동수단들	123
[그림 3-78] My Smart City Graz 공사 및 완료 현장 사진	124
[그림 3-79] 문화공간 헬무트 리스트 할레	124
[그림 3-80] 브레인포트 스마트지구 설계개념 및 조감도	125
[그림 3-81] BSD 내 생산 및 관리 데이터 수집과 수요관리	126
[그림 3-82] BSD의 Smart Cities Innovation Space	127
[그림 3-83] 하루에 한 시간의 여유시간을 더하기	128
[그림 3-84] 칸쿤 스마트시티의 위치	130
[그림 3-85] 칸쿤의 태양광에너지 및 인공운하 연결 예시도	131
[그림 3-86] 칸쿤 스마트시티의 공간 계획	132
[그림 3-87] 현대자동차가 구상하는 자율주행 도시	134
[그림 3-88] Toyota자동차에서 건설하고 있는 Wooven City	134
[그림 3-89] 도요타 우븐시티의 다양한 도로 유형 및 전기차 모델	135
[그림 3-90] 자율주행차와 공유자동차로 인한 도시공간 변화	136
[그림 3-91] 프랑스 파리의 15분 거리 프로젝트의 개념	137

그림차례

LIST OF FIGURES

[그림 3-92] 바로셀로나 슈퍼블럭	139
[그림 3-93] Erzelli Smart City(위)와 The Chorus Life Smart city (아래) 조감도	140
[그림 3-94] 헬스홀름(Hørsholm) 배치도	141
[그림 3-95] 충칭 클라우드 밸리	142
[그림 4-1] 미래 국토 도시 공간구조와 스마트 서비스	148
[그림 4-2] 자율주행차와 PM을 고려한 가로 공간	151
[그림 4-3] UAM을 고려한 공중 공간	153
[그림 4-4] 에너지시설이 복합된 주거 공간	155

제1장 서론



1. 연구의 배경 및 필요성
2. 연구의 목적
3. 연구의 범위 및 방법
4. 연구의 차별성

1. 연구의 배경 및 필요성

- 4차 산업혁명 기술과 서비스의 발전을 통해 도시의 스마트화가 급격히 진행되고 있는 바, 스마트도시에서의 물리적 공간 변화에 대한 예측과 대응이 긴요한 시점임

스마트도시는 스마트기술과 서비스를 도시에 적용함으로써 도시문제 해결, 삶의 질 향상 등을 목표로 신시가지와 기존도심 등 다양한 공간을 대상으로 하여 국가는 시범도시, 지자체에서는 스마트도시계획이 활발히 추진되고 있다.

또한, 4차 산업혁명으로 인한 스마트 기술의 급속한 발전과 다양화로 스마트도시 서비스와 기반시설도 빠르게 변화하고 있으며, 이러한 변화가 도시공간에 미칠 영향이 무엇인지 인식하고 예측하는 단계가 요구되고 있다.

- 스마트 서비스기술 발전이 가져올 미래 도시 공간의 변화 예측을 통해 지속가능한 스마트도시의 발전과 변화 연구 수행을 위한 기반 구축 과정이 수반되어야 함

스마트도시의 확산과 저변 확대는 4차 산업혁명에서 이어지는 스마트도시 서비스 기술의 발전과 직접적인 연관을 가지며, 이는 도시의 미래를 변화시키는 과정으로 작용한다.

이에 따라 지속가능하고 실효성 높은 스마트도시를 위해서는 스마트기술 발전이 가져올 미래 도시공간의 변화 흐름을 예측하고, 중장기적으로 스마트도시가 나아가야 할 방향에 대한 이론적, 기술적 지식과 연구 기반이 마련되어야 한다.

- 스마트도시로의 변화에 대해 건축과 도시공간의 계획 부문에서 준비하고 대응하고 있는지에 대한 문제의식을 통해 기술·서비스와의 연계 가능성을 점검하고, 향후 스마트도시 서비스와 기반시설의 공간계획 방향 모색 필요

지자체에서 수립하고 있는 스마트도시계획은 수립지침에 따라 스마트도시서비스 선정, 공간계획과 기반시설계획을 포함하여 내용이 구성되고 있으나, 서비스 pool 중에서 도시문제 해결과 발전을 위해 원도심, 신도시, 산업단지 등 광역적으로 필요한 서비스를 선정하는 데 그치고 있는 한계가 나타나고 있다.

그리하여, 공간에 기반한 스마트도시 기술과 서비스들에 대한 폭넓은 조사와 문헌 고찰 등을 통해 미래 도시공간 변화를 고려한 공간계획 방향을 설정하고 제안하는 연구가 필요하다.

2. 연구의 목적

□ 4차 산업혁명 기술 발전에 따른 도시공간의 변화 예측

미래 도시공간의 변화를 다룬 문헌들과 학자들의 주장과 예견 등을 종합적으로 검토하여 미래 도시의 모습과 변화 양상을 예측해 본다.

이와 함께, 도시공간에 적용된 스마트기술이 가져올 주요한 공간적 변화로 예측되는 공간구조, 건축, 교통, 에너지 분야와 관련하여 제기되고 있는 미래 변화 관련 담론들을 고찰한다.

□ 공간계획 기반 스마트도시 기술 및 서비스 조사·분석

스마트도시 서비스와 기반시설 중 공간기반으로 설치가 고려됨으로써 공간계획의 수립 및 연계가 필요한 요소들을 도출하도록 한다.

또한, 자율주행과 UAM, 에너지 자립 및 전환, 드론 택배, 스마트건축 등 도시공간에 긴밀하게 접목되는 최신 스마트기술·서비스와 기반시설에 대한 설치 계획 및 조성 사례 조사·분석을 실시한다.

□ 스마트도시 기술 및 서비스를 고려한 공간계획 방향 제시

기존 도시와 비교하여 스마트 도시에 적용되는 기술과 서비스와 서비스들에 대한 도시계획적, 공간적 차원에서 중장기적 변화 방향을 모색하고 기술 적용에 따른 도시 공간별 연계 방안을 도출하는 것을 목적으로 한다.

스마트도시에서의 서비스와 기반시설을 고려한 물리적 공간과 형태에 대한 비전과 계획 전략들을 제안하고자 한다.

■ 연구 질문

- ☞ 4차 산업혁명의 첨단 기술이 접목된 미래 도시 공간은 바뀔 것인가? 기술이 적용된 공간의 모습은 어떠한가?
- ☞ 전통적 도시계획을 통한 공간과 스마트도시에서의 공간계획의 차별성은 무엇이며, 스마트기술과 통합된 스마트한 도시공간 조성을 위한 계획 방향은 무엇인가?

3. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

- (내용적 범위) 4차 산업혁명에 따른 최신 스마트 기술 적용에 따른 도시 공간의 변화 예측과 구상

스마트도시의 변화를 살펴보기 위해 미래 과학기술 예측 조사와 Smart City Top Agenda, Smart Cities Readiness Guide, 미래 첨단 주거 및 오피스 공간들에 대한 변화 예측 및 수요 관련 자료들을 검토한다.

- (내용적 범위) 국내외에서 추진되고 있는 스마트도시에 적용된 공간기반 서비스와 기반시설 사례 및 공간계획

스마트 국가시범도시, 지자체 스마트도시계획(유비쿼터스 포함)을 포함한 국내외 스마트시티 정책·개발 사업에서의 공간 기반으로 적용되는 스마트 기술과 서비스들에 대한 조사·분석을 수행한다.

2) 연구의 방법

- 공간기반 스마트도시 기술·서비스 자료 구축 및 기술 검토

스마트도시 정책·사업별 기술, 서비스 및 기반시설 DB를 구축하고 이를 활용하여 물리적 공간에 적용되어야 하는 서비스·시설(기술요소)들을 도출한다.

이에 따라 스마트도시에서의 기술, 서비스·시설별 도입기술 수준, 그리고 공간 계획 적용 단계 등을 검토 제안하도록 한다. (예: 자율주행 기술단계별 도시에 필요한 공간·인프라)

- 스마트도시에서의 서비스·기술 발전과 공간계획 관련 국내외 논문 및 보고서 등 문헌 조사를 통한 미래 도시공간변화 예측

Smart Cities Readiness Guide, 자율주행에 따른 도시공간구조 변화 연구 등 문헌과 사례 검토를 통하여 미래 도시공간변화에서 스마트도시서비스·기술 요소들이 차지하는 역할과 변화 방향들을 예측·파악하고자 한다.

또한, 모빌리티, 에너지, 통신, 공원 등 공공공간, 배송로봇, 도로, 건물 등 스마트 도시서비스 기술요소와 도시공간요소들 간 변화 관계도 분석하여 미래 도시공간 변화 방향을 예측하도록 한다.

□ 스마트 국가시범도시, 지자체 스마트도시계획, 해외 스마트시티 대상 스마트 도시서비스 및 기반시설의 도입을 고려하여 특화된 공간계획 사례 조사

국내 스마트 국가시범도시(세종시 5-1 스마트시티, 부산 에코델타시티), 지자체 스마트도시계획 대상 공간계획에 영향을 미친 스마트도시서비스 및 기반시설들에 대한 최신 사례 조사들을 실시한다.

이와 더불어 해외 선진 스마트시티 개발 사례 등에서 기존 도시계획에서 차별화된 스마트도시서비스·기반시설 도입을 위한 물리적 공간 특화 사례들도 조사하여 시사점을 도출하도록 한다.

□ 공간계획 기반 서비스·기반시설 계획을 위한 시사점 도출 및 방향 제시

공간계획 기반 스마트도시서비스·기반시설 도입 및 사업시행에 따른 물리적 환경 구상 및 고려 요인들을 발굴하고, 이를 통해 스마트도시에서의 변화를 수용하기 위한 도시계획 제도 개선 방향을 제안하고자 한다.

□ 스마트도시에서의 공간계획 관련 학계 전문가와의 협동연구 수행

본 연구에서는 스마트도시계획, 스마트시티 정책 포럼 등 스마트도시에서의 공간정책과 계획을 수립한 학계 전문가를 대상으로 위탁연구를 추진함으로써 협동연구 방식으로 수행한다.

주제어

스마트도시, 기술·서비스, 기반시설, 미래 변화 예측, 공간 계획

4. 연구의 차별성

1) 선행연구 검토

스마트도시에서의 기술·서비스와 기반시설을 연계한 공간계획과 관련하여 수행된 선행연구들은 유비쿼터스도시에서의 기술 개발을 목적으로 수행된 국가 R&D 연구사업들과 후속 과제들에서 일부 연관성을 찾아볼 수 있다.

□ 선행연구의 주요 내용

「U-City 공간계획 및 설계기술 개발 연구」(임윤택 외, 2016)에서는 도시광역단위 U-City 공간계획을 위한 기반 구축을 통해 도시관리계획으로서 U-지구단위 계획 수립지침을 개발하고, 연구 성과물로서 주거지형 U-City 체험지구 실시계획과 U-Special Zone 계획지원 시스템 상세설계서를 개발하였다.

「스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발」(손세형 외, 2019) 연구에서는 도시의 통합적 관점에서 효율적으로 도시시설물을 통합적 운영 관리함으로써 도시문제를 해결하고, 산업간 융합을 통해 신사업 영역 창출을 목적으로 중국 칭화대와의 공동연구를 통한 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델을 개발하였다.

「스마트시티 분야 범부처 R&D 연계를 위한 중장기 기술로드맵 수립」(현창택 외, 2019) 연구에서는 다양한 기술 및 산업분야가 융합되는 스마트시티 특성을 반영하여, 부처별로 추진되고 있는 과제들에 대해 부처 간 연계협력을 전제로 한 범부처 통합 스마트시티 R&D모델 정립 및 중장기 기술로드맵 수립 사항들이 주요 내용으로 다루어졌다.

□ 선행연구의 한계

선행연구들은 유비쿼터스-스마트시티를 대상으로 지구단위계획에서의 기술 도입을 위한 설계타입 개발, 지능형 시설물 통합운영, 기술개발과 비즈니스모델 제시 등이 주요한 성과로 추진되었지만, 도시공간에서의 적용에 따른 물리적 형태나 도시계획 방향에 대한 도출은 제시되지 않았다.

또한, 기술 제안과 플랫폼으로서의 도시공간의 관점에서 연구가 주요하게 수행되어 스마트도시 서비스가 구현되는 공간에 대한 계획적 접근은 이루어지지 못했다.

2) 본 연구의 차별성

본 연구에서는 스마트도시를 위한 도시계획과 기존 도시계획과의 차별성이 무엇인지 찾고, 스마트기술이 접목된 서비스와 기반시설이 도시공간에서 올바르게 구현되기 위한 모습을 제안하는 것이 주요 목적이다.

4차산업혁명 기술 발전에 미래 도시공간에 가져올 변화와 영향에 대해 종합적인 검토를 통해, 기술이 통합된 진정한 스마트도시를 위한 공간계획 방향을 제시함으로써 선행연구들과의 차별성을 가진다.

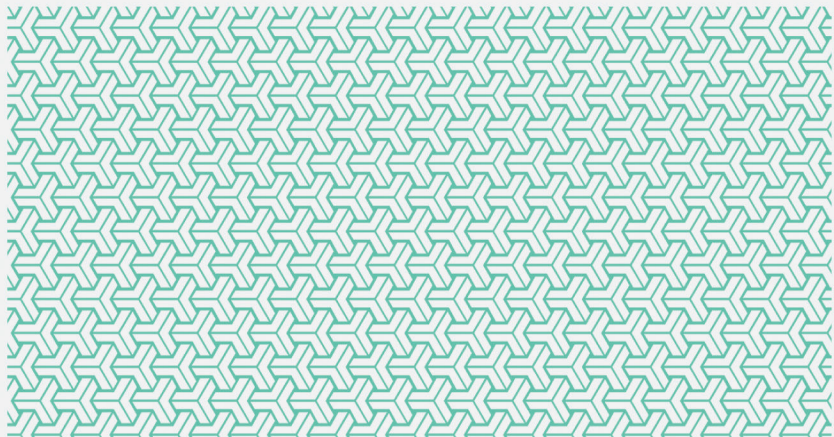
- 4차 산업혁명 기술 발전에 따른 도시공간의 변화 예측
- 공간계획 기반 스마트도시 서비스 및 기반시설 조사·분석
- 스마트도시 서비스 및 기반시설을 고려한 공간계획 방향 제시

[표 1-1] 선행연구의 주요 내용 및 본 연구의 차별성

	연구목적	연구방법	주요 연구내용
선행연구	·과제명: U-City 공간계획 및 설계기술 개발 연구 ·연구자(년도): 임윤택 외 (2016) ·연구목적: -도시광역단위 U-City 공간계획을 위한 기반 구축 -U-지구단위계획 수립지침 개발 -주거지형 U-City 체험지구 실시계획 -U-Special Zone 계획지원 시스템 상세설계서 개발	·지능화시설의 설치 및 관리·운영에 대한 행정규칙 마련 ·지능화시설의 시뮬레이션 기법 연구 수행 ·U-지구단위계획수립지침의 법적 근거 마련 ·3D 맵을 지원하는 WebGL 기반의 JavaScript Library인 Cesium을 이용하여 상세설계 및 프로토타입 개발	·지능화시설 행정규칙의 체험지구 연계방안 연구 ·지능화시설 시뮬레이션 기법 연구 ·국내외 U-City 지침 현황 분석 ·기술 적용과 도시 발전 이론·문헌 고찰 ·국내외 기술개발 현황 조사 ·U-Special Zone 계획지원 시스템 상세설계서 개발 및 프로토타입 제작
	·과제명: 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발 ·연구자(년도): 손세형 외 (2019) ·연구목적: -도시의 통합적 관점에서 효율적으로 도시시설물을 통합적 운영 관리함으로써 도시문제를 해결하고, 산업간 융합을 통해 신사업 영역을 창출	·질적 연구개발 성과 ·도시시설물 유형 분석 ·시설물운영관리체계 방안 정립 ·시설물 자산관리를 위한 생애주기 관리운영 기법 분석 ·스마트도시시설물 데이터 베이스 구축 ·클라우드 서비스 환경의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발	·스마트 도시시설물 운영 관리 기술개발을 위한 기반 구축 ·스마트 도시 시설물 관리를 위한 모바일 요소기술 개발 ·클라우드 서비스 환경의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발 ·시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내·외 보급, 확산방안 마련

	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	-중국 청화대와의 공동연구를 통한 중국 및 세계시장 진출을 위하여 스마트 도시공간 및 시설물 통합 운영관리 모델 개발		
	·과제명: 스마트시티 분야 범부처 R&D 연계를 위한 중장기 기술로드맵 수립 ·연구자(년도): 현창택 외 (2019) ·연구목적: 다양한 기술 및 산업분야가 융합되는 스마트시티 특성을 반영하여, 부처별로 추진되고 있는 과제들에 대해 부처 간 연계·협력을 전제로 한 범부처 통합 스마트시티 R&D모델 정립 및 중장기 기술로드맵 수립	·현재 각 부처에서 진행하고 있는 다양한 국가 연구 개발사업의 개발기술군 정립, 기술 목록군 도출 및 국내외 스마트시티 개발 기술들을 비교분석함 ·다양한 기술 및 산업분야가 융합되는 스마트시티 특성을 반영한 스마트시티 모델을 정의함 ·중·장기 로드맵 및 이행방안 수립, 기존 연구개발 사업 상호 연계 전략 등을 정의함 ·스마트시티 R&D 모델 프로그램 별 추진목표 정립을 통한 기술확보전략 및 이를 통한 중·장기 로드맵을 수립함	·스마트시티 동향분석 및 사례 ·스마트시티 R&D 분석 ·스마트시티 범부처 R&D 핵심 비전 및 목표 설정 ·스마트시티 R&D 중·장기 기술로드맵 및 이행방안 -스마트시티 시민대상 설문을 통한 니즈 분석 -스마트시티 시범도시 적용가능 R&D 사업/과제 분석 -스마트시티 R&D 중·장기 기술로드맵 수립 -중·장기 로드맵 이행방안 분석
본 연구	·과제명: 스마트도시 기술 및 서비스 특성을 고려한 공간계획 방향 연구 ·연구목적: -4차 산업혁명 기술 발전에 따른 도시공간의 변화 예측 -공간계획 기반 스마트도시 기술 및 서비스 조사·분석 -스마트도시 기술 및 서비스를 고려한 공간계획 방향 제시	·도시공간의 미래 변화 예측 문헌 및 미디어 자료 검토 ·스마트도시에서의 공간계획 관련 국내외 선진 사례 조사 ·최신 스마트도시 기술서비스 및 기반시설 목록화 및 자료 구축 ·공간계획 방향 및 제도개선안 제시 ·스마트도시 관련 학계 전문가와 협동 연구 수행	·공간기반 스마트도시서비스·기반시설 자료 구축 및 기술 검토 ·스마트도시에서의 서비스·기술 발전과 공간계획 관련 국내외 논문 및 보고서 등 문헌 조사를 통한 미래 도시공간변화 예측 ·스마트 국가시범도시, 지자체 스마트도시계획, 해외 스마트시티 대상 스마트도시서비스 및 기반시설의 도입을 고려하여 특화된 공간계획 사례 조사 ·공간계획 기반 서비스·기반시설 계획을 위한 시사점 도출 및 방향 제시

제2장 이론 및 문헌 고찰



1. 미래학자들의 도시공간 변화 담론
2. 스마트도시에서의 미래 변화 논의
3. 스마트도시 최신 기술·서비스 동향
4. 스마트 기술·서비스를 통한 도시공간 변화 예측
5. 소결

1. 미래학자들의 도시공간 변화 담론

1) 미래학자들이 주목하는 스마트시티 기술

(1) 상황인식(awareness)을 위한 기술, 데이터의 활용과 자율주행차

미국 다빈치연구소(Davinch Institute) 소속 미래학자이자 유명 연사인 토머스 프레이(Thomas Frey)는 스마트시티의 핵심 기능으로 상황 인식(awareness)에 대한 특징들을 꼽고 있다. 이러한 상황 인식 기술과 서비스를 바탕으로 도시의 모든 일을 알고 효과적으로 대응할 수 있다는 것이다.

그는 스마트시티에서 구현되는 CCTV, 센서 네트워크, 탐지기술, 드론기술, 자율주행차 등 모든 기술은 도시에 대한 특성과 상황인식을 위한 수단이며, 이에 따라 생성되는 데이터 양은 방대하다고 하였다.

또한, 각 요소기술을 종합하여 도시를 그대로 모사한 디지털 트윈 모델을 구축하고, 이를 통해 분산된 데이터들을 통합적으로 관리 운영하는 체계를 구축해야 한다고 주장하였다.

이중에서도 가장 파괴적 변화가 일어날 분야는 자율주행기술을 활용한 자동차 산업이라고 일컬으며, 과거보다 다양한 이동성이 중요한 사회가 될 것이고 이러한 이동성은 대형 기업이 소유하고 소비자는 이용하는 형태가 될 것이라고 예측하였다.

(2) IoT 기술을 통한 건물-도시의 결합과 공간의 설계·운영

로히탈워는 기초연설가, 작가이자 패스트 퓨처(Fast Future)의 CEO이기도 한 세계적인 미래학자이다. 그는 스마트도시를 구성하고 있는 건물은 IoT를 통한 자동화 및 스마트화가 우선되어야 하고, 빅데이터는 도시를 강화하는 스마트 아키텍처로, 이러한 도시의 모든 인프라가 IoT와 결합함으로써 데이터수집 기능의 전면 자동화가 실현될 것이라고 주장하였다.

특히, 이러한 IoT 기술을 통해 스마트시티 내 도시공간을 재설계할 수 있으며, 스마트시티가 원활히 운영되기 위해서는 마이크, 센서, 음성인식, 기타 모든 센싱 기술들이 IoT로 연결되어야 한다고 보았다. 또한 지속가능한 스마트시티를 위해서는 스마트한 건축자재를 사용해야 한다고 주장하였다.

(3) 편의성, 인지성, 안전, 데이터/AI, 자율주행, 자동화, 원격 생활을 목표로 한 기술 적용

프레스티지 이코노믹스(Prestige Economics)와 퓨처리스트 인스티튜트(Futurist Institute)의 회장으로서, 세계에서 가장 정확한 금융 예측가이자 미래학자 중 한 사람으로 평가받고 있는 제이슨 쉐커(Jason Schenker)는 스마트도시에 대해 수십 년 후의 문제를 기술과 데이터를 활용해 자원배분, 인프라, 경제활동을 개선하고 최적화하는 도시로 정의를 내리고 있다.

그는 2050년까지 세계 인구는 20억, 도시인구는 20~25억이 늘어날 것으로 예측하며, 이로 인해 지구, 도시의 한정된 자원을 효율적으로 이용하는 것이 더욱 중요해질 것으로 보았다.

또한 스마트시티가 가져야할 주요한 목표로 Convenience(편의성), Perceived Abundance(풍부한 인지성), Safety(안전), Data/AI(데이터/인공지능), Self-Driving Vehicle(자율 주행차), Automation(자동화), Smart Utility(스마트 도구), Remote Life(원격 생활)을 제시하였다.

특히 COVID-19 이후 급격한 도시변화로 인해 인간의 욕구를 전환시켰으며, 이러한 변화는 지속될 것이라고 예측하였다.

[표 2-1] 미래학자들이 주목하는 스마트시티 기술

구분	미래 기술	세부
토머스 프레이	IoT	사람의 건강과 체력, 사고력 등을 100% 이상 향상
	드론	드론은 현재 저렴하며, 성층권까지 비행하는 태양광 드론이 등장하면 통신 서비스를 한 단계 높일 수 있음
	AI	발전단계 맞춰 모든 산업에서 게임체인저가 될 수 있는 기술로 2045년 AI는 인간지능을 뛰어넘을 수 있음
	장거리 무선충전	고성능 마이크로 웨이브를 발사해 드론, 로켓, 비행기 등에 에너지 공급
로힛 탈워	빅데이터	Pavegen, Veranu flooring - walking energy를 전기로 전환하는 바닥재 유동인구 패턴을 분석하여 데이터화, 자가발전 전기로 건물 전체를 설계
	IoT	미래 건물은 스마트조명, 인지난방, 환기 및 공조 모니터링, 제어 및 자동화를 통해 에너지 낭비를 줄이는 스마트 IoT그리드를 기반으로 구축될 것
	지속 가능성	지속가능한 스마트시티를 위해 스마트 건축자재의 사용하고, 유리창 대신 IoT 모니터링 자재를 사용, 낮 시간에 불투명하게 전환하여 에너지절약 공기에서 수분을 흡수하여 수소연료로 바꾸는 태양열 페인트 연구
제이슨 쉐커	Remote work	미국의 경우 20.03~21.01까지 석사학위 이상 근로자 2/3, 학사학위 근로자 1/3 이상이 원격 근무하게 되면서 작은 도시의 인구 증가 추세, 코로나 이전 수준으로 근무형태가 돌아갈 확률은 희박

구분	미래 기술	세부
	Online Education	온라인 개설 강좌 수는 급격히 증가하고 있는 상황으로 이 역시 코로나 이전 수준의 교육형태로 돌아갈 확률은 희박
	E-Commerce & Tele-health	미국을 비롯한 대부분 국가는 2020년 전자상거래량, 원격의료료가 급증했으며, 이 수준은 영구적으로 높게 유지될 것으로 판단

2) 글로벌 스마트시티 전문가들이 제안하는 미래도시 변화(Smart City Top Agenda)

「Smart City Top Agenda」²⁾는 글로벌 네트워크 구축을 목적으로 국내외 전문가에게 ‘미래 사회에서 스마트시티의 역할’에 대해 물어본 결과이다. 이들이 제시하는 화두를 따라 발견되는 공통적인 요소는 인류가 현재까지 해결하지 못한, 하지만 스마트시티에서는 해결하고 싶은 보편적 가치로 귀결될 수 있다.

(1) 코로나 팬데믹 시대 디지털 전환 가속화를 통한 접근성 강화

픽토르 피네다³⁾는 코로나 팬데믹으로 인해 스마트시티가 나아가야 할 방향으로 바이러스 자체와 관련된 정보 장벽과 그에 따른 대응 조치를 포함한 통신과 정보의 접근성이 고려되어야 한다고 주장하고 있다.

□ COVID-19 시대의 도시 변화 방향

코로나 팬데믹 사회에서는 온라인 회의, 식품 배송, 가정배달 음식, 바이러스 전파를 완화시키는 자동식 문 개폐처럼 보편적이고 장애인들에게 선호되는 기술들이 보급되어야 한다.

- 재택근무의 신속한 채택
- 코로나19 역학조사 앱에 의해 제기된 데이터의 개인 정보 보호 문제
- 보안 위험요소가 증가함에 따라 더 높아진 사이버 공격의 위험
- 노숙 상태의 사람들을 호텔에 수용하기
- 디지털 인프라스트럭처의 부담 증가

2) 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2021), Smart City Top Agenda

3) Victor Santiago Pineda는 스마트시티의 선도적인 학자이자 인권 전문가, 기업가다. 두바이 모하메드 빈 라시드 공공정책 대학원의 선임연구원이며, 장애인 권리를 증진시키는 세계적인 비영리단체 피네다 재단(Pineda Foundation)과 월드 인에이블드(World Enabled)의 설립자다.

- 자동화 채택과 온라인 서비스 배송으로의 전환 가속화
- 참여형/온라인 문화 경험으로의 변화
- 개방형 혁신의 융성
- 고립을 심화시키는 정신질환 문제
- 현금 없는 경제를 향한 추진
- 새로운 금융 니즈와 금융 모델

□ 스마트도시 건설을 위한 권고 사항

- 스마트하고 총체적인 복합 교통 제공

다양한 교통양식을 이용하면서 디지털방식으로 대중교통서비스와 정보에 접근하도록 하고, 운전할 능력이나 의향이 없는 사람들의 이동성을 증진시키도록 한다.

- 대중교통 지향형 개발

지역사회가 대중교통과 적절하게 연결된 곳에서 새로운 주거지역과 상업지역을 개발하는 일에 초점을 맞출 필요가 있다.

- 다양한 기능을 수행하는 완전한 도로의 제공

완전한 도로망이란 안전하고 편리하게 모든 사용자를 수용하고 그들이 원하는 기능을 제공하는 것으로, 여행과 사회적 상호작용, 상거래를 제공해 더욱 활기찬 근린지역과 살기 좋은 지역사회를 형성하는데 기여한다.

- 적절하게 접근할 수 있는 디자인 표준 권장

지역사회나 근린지역의 접근성을 향상시키고 기능과 심미적 매력을 보호하며 장애인에 대한 접근성 문제를 해결하기 위해 디자인 표준을 마련한다.

- 접근 가능하고 스마트한 공공시설과 공간의 제공

공공시설은 모든 도시에서 중요한 역할을 수행하며 연령과 능력이 다양한 모든 사람을 수용할 수 있어야 한다.

(2) 기후변화와 코로나 대응을 위한 인프라와 도시구조 변화

줄리 스넬⁴⁾은 코로나 팬데믹에 따른 대응 방안으로서 스마트시티 개발에 대한 변화된 방향을 제시하고 있다. 이러한 변화 방향은 현재 전 세계적으로 유행하고 있는 코로나 팬데믹에 따른 여건을 고려하는 것이 가장 큰 테마로 하여 논의를 이어가고 있다.

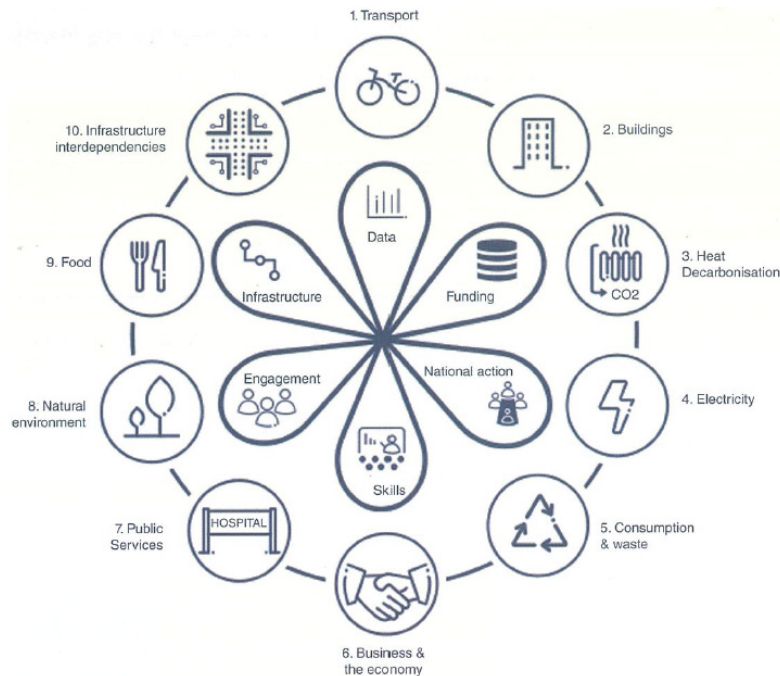
□ 영국 브리스톨의 기후 전략

영국 브리스톨의 기후 전략에서는 '30년에 브리스톨 비전을 달성하기 위해 기후 조치가 필요한 다음의 10가지 핵심 영역을 제시하고 있다.

- (교통) 더 많이 걷기, 자전거 타기, 탄소 제로 대중교통 모드로 전환. 기존의 차량을 탄소 제로 연료로 전환. 화물, 항공 및 운송의 전환
- (건물) 탄소 중립과 기후 회복력에 도움이 되도록 건물 개조와 건설. 중앙 정부에 이를 실현할 수 있는 전반적인 계획의 틀을 개발해 줄 것을 요구
- (열 탈탄소화) 가열 및 온수용 탄소중립 에너지 방식 구현. 도시 도약 에너지 파트너십의 지원을 받게 될 분야 가운데 하나로 브리스톨에 에너지 인프라를 제공한 급진적이고 새로운 접근 방식
- (전기) 가능한 한 전기 사용을 스마트화·유연하게 하고, 지역 재생 에너지 생성을 최대화하며 시스템 복원력을 높임
- (소비 및 폐기물) 제품과 서비스의 책임있는 구매, 폐기물 관리에서 탄소 제로 지향
- (비즈니스와 경제) 브리스톨 기업들은 탄소 중립적이고 기후를 회복시키는 방향으로 나아가면서 모든 사람들에게 일자리 제공 계획 준비
- (공공, 자원봉사, 지역회사와 사회적 기업 서비스) 탄소 중립적인 공공과 사회적 기업의 서비스. 또한 향후 기후 문제와 위험에 대비하는 공급망
- (자연환경) 기후가 계속 변화함에 따라 그 안에 있는 자연 공간과 야생 동물에 대한 복원, 보호 및 개선
- (식품) 지역에서 지속가능하게 그리고 채식 중심으로 생산되는 음식으로 구성되는 회복력 있는 공급망

4) Julie Snell은 글로벌 통신그룹 WBA(세계 초고속 무선사업자 협의회)에서 근무, 이사 회 의장을 지내는 등 통신/디지털 IT 분야 비즈니스 리더이다.

- (인프라 상호의존성) 물, 운송, 폐기물, 정보통신 기술, 에너지와 같은 도시에 중요한 서비스를 시행해 기후 회복력을 높이고, 서로 다른 시스템을 관통해 탄소 중립성을 추구하는 협업



[그림 2-1] 지속가능성을 위한 브리스톨의 10가지 전략

출처: 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2021), p.152.

□ 파리의 ‘15분 도시’

도시 중심부에서 미래에 나타날 변화로, 많은 관심을 받고 있는 주요 원칙 중 하나는 ‘15분 도시’가 있다. 이는 소르본 대학교의 카를로 모레노 교수가 고안한 개념으로, 거주자가 집에서 몇 분 이내 거리에서 필요한 모든 것을 얻을 수 있는 도시를 말한다.

15분 도시가 추구하는 목표 중 하나는 보다 평온한 삶을 창조하는 것이다. 따라서 차량에 대한 의존도가 감소하는 것을 목표로 하고, 도시 전체의 진화보다는 사람들과 동네로 초점이 옮겨진다. 이러한 도시 구조를 통해 지역사회는 친환경성과 사회 포용력을 강화시키고, 지속가능한 경제와 기후변화의 회복력에 도움이 되는 방향으로 진화할 수 있다.

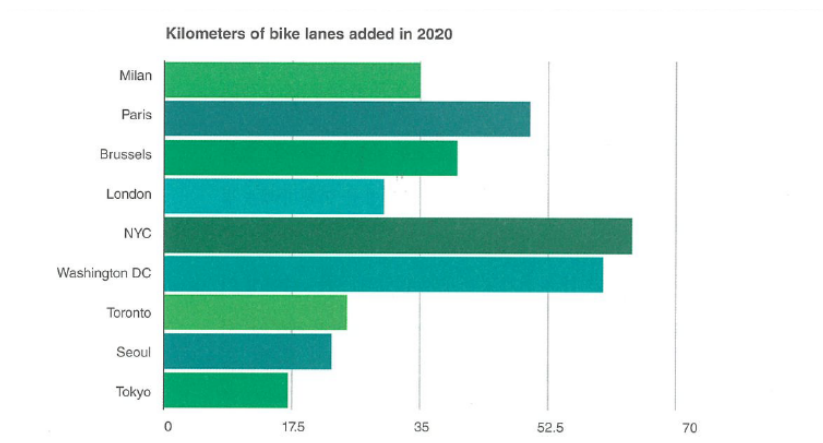
그간 도시는 주거 공동체가 분산되어 있는 환경 속에서 대규모 고용을 창출하는

역할도 해왔으나, 코로나19 팬데믹을 맞아 점점 이러한 역할에서 벗어나고 있다. 지금까지와는 다른 커뮤니티 역할을 해줄 공간, 사회적 활동, 여가와 운동을 할 수 있는 친환경 실외 공간, 그리고 시내 중심가, 학교, 놀이방, 의료센터 등이 있어야 한다. 궁극적으로 도심 내 1인당 사용할 수 있는 공간을 더 넓혀야 하겠다.

(3) 스마트교통으로서 모빌리티 인프라의 저변 확대

□ 마이크로 모빌리티로서 자전거 이용 확대

크리스티 살라⁵⁾는 코로나 팬데믹 시대 스마트도시에서 스마트교통 분야를 강조하고 있다. 전 세계적으로 주요 도시들은 자동차도로의 일부를 마이크로 모빌리티를 위한 도로로 전용하고, 자전거 전용도로를 확충하고 있다. 2020년 한 해에 세계 주요 도시들에서 상당 규모 이상의 자전거 인프라를 확충하였다(그림 2-2).



[그림 2-2] Kilometers of bike lanes added in 2020

출처: City Government Press Release; 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2021). p.305.

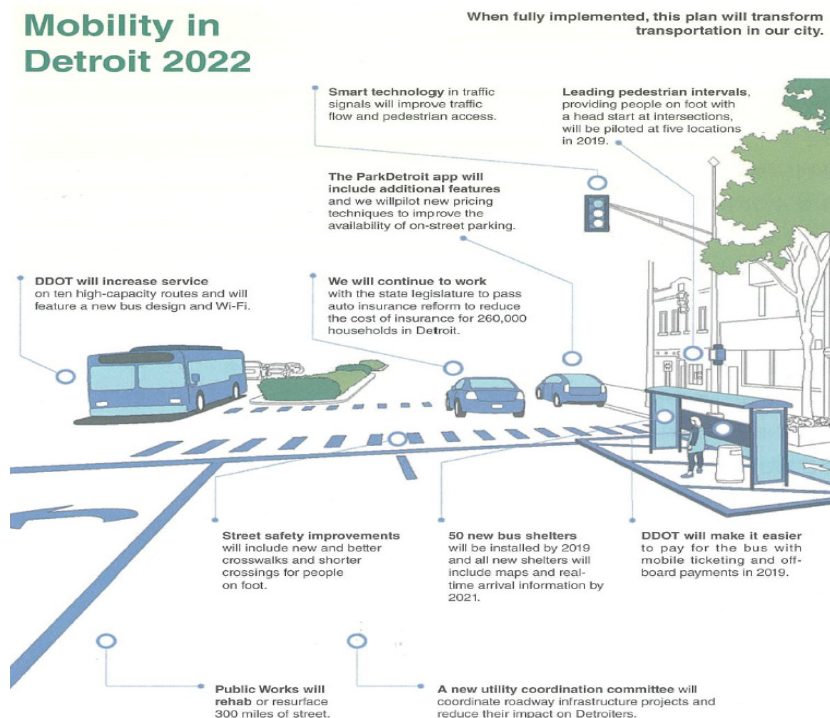
일부 도시는 주차나 차량의 순환을 위해 따로 마련해 둔 공간을 보로나 공용 공간으로 용도를 변경하기도 했다. 뉴욕의 레스토랑들은 여분의 식사 공간을 마련하기 위해 인도 쪽으로 테이블을 내놓거나 주차 차선을 없애기도 하였다. 파리는 자전거 전용도로를 확대하고 전 국민에게 자전거 수리를 장려함으로써 프랑스의 수도를 ‘15분 도시’로 만드는 구상을 추진 중이다.

5) Kristi Shalla는 미국과 아시아, 유럽 등에서 15년간 스마트시티 개발 업무를 담당해 온 수석 스마트시티 컨설턴트로, 도시 모빌리티, 스마트시티 개발 및 국제적인 확장 등 주제로 강의와 기고를 하고 있다.

□ 저밀 도시에서의 대중교통망 확대 및 보행자를 위한 스마트 교통시설 도입

미시간주의 디트로이트시는 밀도가 낮은 도시 환경에서의 모빌리티 전략을 보여주는 훌륭한 사례다. 디트로이트는 자동차 발명 이후에 개발된 도시이며, 이제 더 이상은 자동차 생산의 중심지가 아니다. 그러나 여전히 세계 자동차의 수도라는 사실은 변함이 없으며, 모터 시티(Motor City)라는 별칭을 가진 디트로이트의 DNA는 명백하게 자가용 차량과 연결되어 있다. 그럼에도 불구하고 디트로이트는 자신들을 모터 시티에서 모빌리티 시티(The Mobility City)로 탈바꿈시키고자 모빌리티 수준을 개선하기 위한 엄청난 노력을 기울이고 있고 교통 개혁을 위해 도시 재개발 사업을 활용하고 있다.

2018년부터 진행된 디트로이트의 모빌리티 개혁 계획에서는 기존 대중교통망의 업그레이드를 바탕으로 여러 교통 수단 간의 균형을 위해 스마트 신호등을 도입하였다. 또한 교통 속도를 낮추기 위한 교통 정온화 기반시설, 도심의 보행 이동을 촉진하기 위한 횡단보도 개선 등 보행자와 마이크로 모빌리티를 위한 인프라 활성화도 적극적으로 추진하고 있다.



[그림 2-3] Mobility Goals for 2022 from the City of Detroit, Michigan

출처: City of Detroit Strategic Plan for Transportation(2018); 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2021). p.313.

(4) 녹색 건축물과 자전거 고속도로

□ 덴마크의 스마트 녹색도시를 위한 녹색 건축물

김 노만 안테르센⁶⁾은 덴마크의 스마트 녹색도시를 위한 녹색건축물과 자전거 고속도로 정책을 소개하고 있다. 덴마크에서 주목할 만한 것 중 하나는 디자인, 스마트시티, 그리고 살기 좋은 녹색도시 사이의 연계다. 덴마크에서는 탄소 배출을 줄이고 열과 전력 생산을 결합하며 재생 에너지 소비에 대한 정책을 적극적으로 추진하고자 국가 차원에서 공동의 노력이 이루어지고 있다.

이러한 노력에 힘입어, 석탄 사용이 단계적으로 줄고 그 대신 재생 가능한 자원들이 단계적으로 도입되었다. 세계적인 풍력 터빈 제조사인 덴마크의 '베스타스'는 재생 에너지를 위한 기술 혁신과 재생 에너지 역량을 제공하는 핵심 산업 주체로 자리 잡았다.

도시계획과 살기 좋은 장소의 디자인이 상호작용하면서 혁신적인 여가 공간을 만든 사례도 있다. 폐기물 관리 시설인 Copenhill은 옥상부분을 공원화하고, 스키장과 산책로가 있는 여가생활 인프라로 탈바꿈한 사례이다.



[그림 2-4] 코펜하겐 Copenhill 전경

출처: Copenhill(n.d.).

6) Kim Normann Andersen은 코펜하겐 비즈니스 스쿨 디지털화학과 교수이며 비즈니스 IT 프로그램 책임자로, 아시아, 미국, 유럽에서 객원연구원으로 활동하며 다양한 프로젝트에 참여하였다.

□ 스마트교통으로서 자전거 고속도로 정책

도시의 교통 경관은 매우 다양한 스마트기술을 제시한다. 덴마크에서는 완전히 자동화된 지하철 덕에 시민들이 버스와 자동차라는 교통수단 대신 지속가능한 전기 지하철이라는 교통수단을 사용할 수 있다. 아울러 코펜하겐에서 자율주행 셔틀 버스를 운영하고 있는 기업 ‘홀로(Holo)’처럼, 자율 교통수단을 이용한 다양한 실험이 덴마크에서 이루어지고 있다.

코펜하겐에서 눈에 띄는 스마트 교통 기술 중 하나로 자전거의 광범위한 사용을 들 수 있다. 코펜하겐의 교통 조직은 급격하게 바뀌었다. 자전거, 보행자, 자동차, 트럭, 버스가 있던 곳에는 다양한 종류의 자전거가 등장했고, 이 중에는 속도를 높이거나 사용자가 더 먼 거리를 갈 수 있도록 전력을 사용하는 자전거도 있다. 코펜하겐에서는 전기 화물 자전거도 광범위하게 사용되고 있다.

덴마크의 화물용 자전거 분야를 이끄는 선도 기업 중 하나는 1972년에 시작되었는데, 1984년부터 인기를 얻은 ‘크리스티안 자전거’를 내놓았다. 안전 문제와 함께 전기 자전거로 인해 일반 자전거 이용자들이 다니기 힘든 것은 아닌지 우려가 존재한다. 그러나 코펜하겐은 자전거 전용도로로 포장되어 있으며, 이는 자전거 전용 고속도로라 불리기도 한다. 저출력 기술 자전거는 코펜하겐의 교통 전략에서 핵심 요소가 된다.



[그림 2-5] 코펜하겐의 자전거 고속도로

출처: Super Cykelstier(n.d.). 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2021). p.215.

2. 스마트도시에서의 미래 변화 논의

1) 2021~2045 미래사회 전망: 초연결 스마트시티의 가속

과학기술정보통신부와 한국과학기술기획평가원(2021)에서는 정기적으로 과학기술예측조사를 실시하고 있으며, 금년도에 이루어진 제6회 예측조사에서는 2021~2045년까지의 미래사회를 전망하고 있다.

여기에서 도출된 12개의 미래이슈들 중 '도시의 변화'가 하나로 선정되었으며, '초연결 스마트시티의 가속'이 세부 이슈로 도출되었다. 세부적으로 '초연결 스마트시티의 가속'과 관련하여 다음과 같이 6가지 항목의 관련 기술 부문들이 도출되었다.

(1) 에너지·물·폐기물로부터 독립된 도시

도시 유지를 위해 필요한 에너지/물/자원과 도시 내 생산되는 폐기물 처리를 순환시켜 에너지 독립 도시를 구축하는 것을 주요 목표로 한다.

세부적으로는 하·폐수 처리, 음식물 쓰레기 처리, 소각장, 화장 장례시설 등 강력한 주민저항이 예상되는 시설들에 대해서는 도심지 외곽에 구축하는 것을 제안하고 있다.

- 하수처리/폐기물 처리와 물, 전기, 열 생산을 통합한 에너지 공급 시스템 구축
- 재생에너지를 활용한 도시에너지 공급
- 전기·열 에너지, 자원 사용 효율화 기술 개발
- 도심지 내 혐오시설 등을 지하공간에 구축/확장 기술
- SOC+에너지+수자원+폐기물의 순환 총량 데이터 추출 및 관리

(2) 이동 제약이 없는 도시

UAM(Urban Air Mobility)의 등장과 함께 도심지 내 초고속 이동 수단들이 등장하게 됨으로써 도시 내에서의 이동 제약이 사라질 것이다. 또한 AI 기술의 발달로 신호와 교통수단을 연동시키고 교통약자(노인, 장애인 등)의 안전한 이동성을 확보하는 등 고려사항들도 도출되고 있다.

- Air Taxi 등 이동수단 개발, 도심 공중 교통운용체계 마련(법제도 포함)
- 교통시설물(신호등, 가로등 등)과 이동수단 간, 이동수단과 이동수단 간 연결성 강화

- 교통약자의 이동성 보장을 위한 교통, 환승체계 마련

(3) 안전한 도시

안전한 도시를 위한 목표에서는 교통 사고와 범죄 사건, 자연 재해·재난, 그리고 질병으로부터 안전한 사회를 구축하는 것을 목표로 한다.

- 도시 모니터링 시스템 구축
- 도시 내 공기흐름, 온도제어가 가능한 도시/건물 구조, 공원배치 연구

(4) 사이버 국토·도시(디지털트윈)의 구축 및 운영·유지 관리

디지털트윈을 중심으로 한 사이버 국토·도시는 복잡도가 증가하는 도시에서 지하와 지상, 공중의 입체적 환경을 고려한 국민 생활, 이동, 안전 등을 뒷받침하기 위해 반드시 구축되어야 하는 인프라로 인정되고 있다.

이러한 사이버 국토/도시 인프라의 안전하고 경제적인 구축, 그리고 유지관리를 위한 토대가 스마트도시 기술을 통해 마련되어야 한다.

- 국토/도시 공간 데이터 허브 구축
- 물리적 국토/도시 공간과 가상의 4차원(3차원+Life Cycle) 공간 구축과 실시간 연관 자료의 업데이트
- 사이버 국토/도시 공간 구축 및 데이터 축적/분석/추출을 위한 데이터 댐 구축, 표준화, 플랫폼 마련

(5) 사이버 주민 등장

COVID-19 시대 감염병 확산 방지를 위해 국가 간 또는 지역 간 이동이 제한되고 있으며, 이에 따라 사이버 상에서 주민으로 등록되어 경제·문화 활동과 커뮤니티 활동을 영위하는 주민들이 등장하고 있다.

- 보안시스템 강화, 사이버 거래 모니터링 시스템
- 사이버상의 거주 등록 이전 시스템 구축

(6) 사회구성원 간 커뮤니티의 발달

스마트도시에서는 도시 내에서 생산되는 데이터에 대한 공유와 교환 기술이 발달하게 될 것이며, 이에 따라 사회구성원 간 커뮤니티도 발달할 것으로 예측된다.

관련 기술들을 통해 지역 환경문제나 사회 이슈들을 공유하고 의견을 교환하는 등 다양한 연대 활동들이 증가할 것이다.

- 다양한 Community Networking Platform 개발

2) 스마트시티로의 전환을 위한 준비 사항

「Smart Cities Readiness Guide」⁷⁾는 스마트시티로의 전환을 돕고자 스마트시티 프레임워크를 설명하고 있으며, 이 프레임워크는 스마트시티를 거시적으로 이해하고 스마트시티를 구성하는 요소들이 유기적으로 작동하는 방식을 이해하는 데 유용한 매커니즘으로 작용할 수 있다.

아울러 스마트 도시를 위한 "목표 리스트(target list)"또는 "위시 리스트(wish list)"를 구성하는 데 필요한 정보를 제공한다.

(1) 스마트도시의 영역

- (건조 환경) 도시의 모든 건물, 공원 및 공공장소
- (에너지) 에너지를 생산하고 전달하는 인프라. 일반적으로 전기와 가스를 지칭
- (텔레커뮤니케이션) 사람과 기업을 위한 통신을 지칭. 장치 간의 통신을 가리킬 때는 연결성이라는 용어를 사용
- (수송) 도시의 도로, 거리, 자전거 도로, 트레일 시스템, 차량, 철도, 지하철, 버스, 자전거, 전차, 페리, 항공 및 해상 항구를 포함한 시민 이동성과 관련된 모든 시스템
- (보건 및 인적 서비스) 의료, 교육 및 사회 서비스 제공을 위한 필수 인적 서비스를 포함
- (용수 및 폐수) 집수-배수-재사용-재활용의 모든 단계에 해당하는 기반시설을 포괄. 파이프, 유통, 배수, 집수 지역, 처리 시설, 펌프 스테이션, 공장, 가정의 수도미터 등 모든 필수 구성 요소가 용수 및 폐수에 포함(수질 순도와 청결도 포함)
- (폐기물 처리) 폐기물의 수집, 분배, 재사용 및 재활용을 담당하는 기반시설
- (치안) 시민들을 안전하게 지키기 위한 기반시설, 기관, 인력. 예를 들어 경찰과 소방서, 비상 및 방재 및 관리 기관, 법원, 교정 시설 등
- (지급 및 금융) 지급은 지불인과 수취인을 연결하고 정부 서비스, 상인, 소비자, 기업, 은행, 지불 수단 제공 업체, 지불 체계 등 관련된 모든 주요 기여자를 지칭

7) Smart Cities Council(2013; 2015). Smart Cities Readiness Guide: The Planning manual for building tomorrow's cities today

(2) 스마트도시에서의 ICT 기술

□ 기기장치와 제어

기기장치는 스마트시티의 눈과 귀 역할을 맡는다. 기기장치의 예로는 전기, 수도 및 가스용 스마트 미터, 대기질 센서, 폐쇄 회로 TV 및 비디오 모니터 및 도로 센서 등이다.

제어는 원격 관리 기능을 제공하는 시스템이다. 예를 들어 스위치, 차단기, 그리고 사용자가 원격으로 측정, 관리, 제어 할 수 있는 기타 디바이스들이 이에 해당한다.

□ 연결성

연결성은 스마트시티 내 디바이스 간 소통과 디바이스-컨트롤 센터 간의 소통을 가리킨다. 연결을 통해 데이터를 수집 된 장소에서 분석되고 사용되는 장소로 이동시킬 수 있다. 도시 전역의 Wi-Fi 네트워크, RF 메시 네트워크 및 셀룰러 네트워크가 대표적이다.

□ 상호 운용성

상호 운용성은 여러 공급자의 제품과 서비스가 정보를 교환하고 함께 작동할 수 있도록 한다. 이러한 상호 운용성은 도시가 하나의 독점 공급 업체에 고착되는 것을 방지하고, 많은 선택권을 부여할 수 있다.

또한 도시가 시간의 흐름에 따라 단계적으로 프로젝트를 구축할 수 있도록 함으로써 다양한 부분이 함께 작동할 수 있을 것이라는 신뢰를 제공한다. 이러한 상호 운용성의 핵심은 개방된 표준화로 귀결할 수 있다.

□ 보안과 프라이버시

보안과 프라이버시는 데이터, 개인 정보 및 물리적 자산을 보호하는 기술과 정책을 의미한다. 예를 들어 명확한 개인정보 보호규칙과 사이버 보안 시스템의 구현을 들 수 있다.

이러한 보안 및 프라이버시는 시민들과 신뢰를 구축한다는 점에서 스마트시티 조성에 중요한 역할을 수행한다. 시민들의 신뢰가 없다면, 새로운 기술과 관행을 수용하기 어렵기 때문이다.

□ 자원 컴퓨팅(computing resources)

자원 컴퓨팅 중 개방형 표준 소프트웨어 인터페이스와 데이터 인코딩은 디지털 통신을 가능하게 한다. 대부분의 도시 데이터는 위치가 중요한 사물과 현상을 가리키므로 공간 표준은 스마트시티를 가능하게 하는 필수 개방형 표준 중 하나이다.

□ 분석과 데이터 관리

분석은 다음과 같은 데이터에서 가치를 창출할 수 있다. 우리가 날씨를 예측하듯이 범죄를 예측하고, 전력사용량을 분석함으로써 언제, 어디서 수요를 충족하기 위해 전력 공급을 늘리고 조정해야 하는지 파악할 수 있다. 또한 어떤 장비가 수리가 필요한지 예측할 수도 있다. 예를 들어 대규모의 대중교통 이용자를 위한 최적의 경로를 자동으로 안내할 수 있다.

(3) 스마트도시에서의 핵심 서비스

□ 스마트 교통

대부분의 도시는 교통 혼잡에 시달리고 있으며 시민들은 도시에서 우선적으로 해결하고자 하는 문제 중 하나로 교통 체증을 언급하고 있다.

스마트한 교통과 운송으로 인해 요금이 인하되지 않을 수는 있으나, 운영자의 비용을 절감할 수 있으며, 혼잡을 줄임으로써 이동시간을 단축시킬 수 있다.

□ 에너지 효율화

스마트도시에서의 에너지 효율 프로그램은 간단한 행동 변화를 통해 많은 이득을 얻을 수 있다. 예를 들어 더 효율적인 전구를 교체하거나 비 필수 전기의 사용을 피크 시간이 아닌 시간으로 연기하는 방법을 파악하는 것이다.

□ 스마트 그리드

스마트 그리드를 통해 전기 요금을 효율화할 수 있고, 허리케인, 토네이도, 쓰나미, 지진 또는 홍수에 대한 신뢰성과 복원력을 향상시킬 수 있다.

□ 스마트 수도 네트워크

스마트 수도 네트워크는 누수와 수도 도난을 정확히 찾아내어 물이 부족하고 비용이 많이 드는 지역에서 신속하고 효과적으로 물을 공급할 수 있다.

□ 스마트 가로등

최신 세대의 LED 조명은 에너지 비용을 크게 절감할 수 있고, 수명이 길기 때문에 유지 보수에 효과적이다. 또한, 가로등을 네트워킹하여 각각에 통신을 추가함으로써 원격 진단 및 제어를 포함한 수많은 스마트 애플리케이션을 가능하게 한다.

가로등은 이미 전력을 가지고 있고 이미 도시 전체에 존재하며 높은 곳에 자리 잡고 있어, 도시 전체 네트워크를 호스팅하기에 완벽한 장소이다. 파리와 영국 브리스톨시는 Silver Spring Networks와 협력하여 지능형 가로등 및 기타 도시 서비스를 위한 캐노피 네트워크를 설치하고 있다.

□ 스마트 안전

스마트 안전은 범죄 통계를 분석하여 범죄 발생 가능성이 가장 높은 곳을 예측할 수 있으며, 카메라, 노트북, 태블릿 또는 스마트폰을 활용하여 업무 시간을 줄이고 순찰 시간을 늘릴 수 있다.

□ 디지털 정부 서비스

디지털 정부 서비스는 도시의 비용을 절약하는 동시에 시민 만족도를 향상시킬 수 있으며, 면허증, 허가증, 사회 복지 서비스 등록, 요금 카드 구매, 도로 파손 등 민원 업무를 효과적으로 처리할 수 있다.

□ 스마트 결제

현금 및 기타 물리적 지불 수단은 행정에 막대한 비용을 발생시킬 뿐만 아니라 매우 위험하고 안전한 송금이 필요하다. 이에 반해, 스마트 결제는 모든 지출을 디지털화하고 수집을 통해 도시는 상당한 비용을 절감하고 운영 효율성을 높일 수 있는 장점이 있다.

3. 스마트도시 최신 기술·서비스 정책·연구 동향

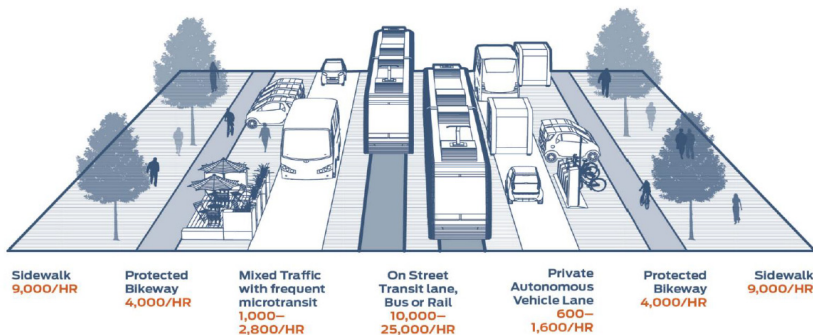
1) 모빌리티 분야

(1) 자율주행차

자율주행차의 경우 큰 틀에서 자율주행차량의 도로상황 감지(인식), 판단, 제어에 걸친 시스템의 기술적 대안을 제시하는 연구와 도로 등 기반시설 인프라와 공공 서비스를 통한 자율주행 최적화 기술 연구로 양분되어 진행되고 있다.

E.S Dawam & Xiaohua Feng(2021)은 자율주행차 교통사고 문제 해결을 위해 딥러닝 기반 도로표면·표식 인식시스템을 연구하였고, Chenng Lin et al.(2017)은 트래픽 흐름에 실시간 대응, 이용자 대기시간 최소화 및 운행 최적화 자율주행 연구를 수행하였다. 박경빈 외(2019)는 레이더, 라이다(LiDAR) 활용 자율주행차 물체인식을 위한 딥러닝 네트워크 및 구현기법을 연구하였고, 김형수(2016)는 자율주행 지원을 위한 도로시설물, 정밀도로지도 등 도로 인프라 연구를 수행한 바 있다.

NACTO(National Association of City Transportation Officials)에서는 미래의 가로공간이 Sidewalk, Managed Lane, Motor Vehicle Lane, Flex Zone, Bike Lane으로 구성될 것으로 예견하고 있으며, 자율주행차와 Smart 인프라 도입을 통해 개별 차량 중심의 도로공간에서 보행 중심의 가로환경으로 변화할 것으로 보고 있다⁸⁾.



[그림 2-6] 자율주행차 도입에 따른 가로환경 변화

출처: NACTO(2017). p.50.

8) NACTO(2017). Blueprint for autonomous urbanism

[표 2-2] 자율주행차 관련 주요 연구 동향

연도	저자	논문명	내용
2021	E.S Dawam, Xiaohua Feng.	Smart city lane detection for autonomous vehicle	최근 자율주행차의 도로 및 보행자 감지를 정확히 못해 발생한 교통사고 문제를 해소하기 위해 25,000개 이상 도로 이미지를 딥러닝, 정확성과 속도가 개선된 computer-vision 기반 도로표면표식 인식시스템을 제안
2017	Chenng Lin et al.	Autonomous vehicle as an intelligent trans-portion service in a smart city	자율주행차와 스마트시티의 Cloud-sourcing Bigdata 분석을 접목하여 지역의 트래픽 흐름에 실시간 대응하는 서비스, 이용자의 대기시간을 최소화하고 자율주행차 운행 최적화를 위한 아이디어 제시
2019	박경빈 외	자율주행 자동차를 위한 물체인식 딥러닝 네트워크 및 구현기법	5단계 자율주행을 위해 레이더, 라이다(LiDAR) 등을 활용해 도로 상황을 인지 및 데이터 수집과 함께, 판단과 제어를 위한 CNN 모델을 비롯한 AI 기술을 소개
2016	김형수	자율주행 지원을 위한 도로 인프라 개선방안	인프라 기반 자율주행 관점에서 필요한 물리적 시설인 도로시설물, 정밀도로지도 등 향후 안전한 자율주행을 위한 인프라 차원의 대응 방향을 제시

베를린 제마일레는 2019년 8월부터 베를린의 일반도로에서 자가 운전이 가능한 미니버스를 파일럿 운영 중이다. 버스에는 최대 6명 승객이 탑승 가능하며, 속도는 최대 15km/h, 총 주행거리는 1.2km로 운영 중에 있다.

세종 자율주행차 시범운행지구는 세종시 BRT 연결과 1~4생활권을 대상으로 지정된 자율차 시범운행지구의 첫 사업으로 BRT와 연계한 수요응답형 자율주행 순환 셔틀 유상 대중교통 서비스를 지향한다.

[표 2-3] 자율주행 운행 사례

베를린 제마일레(See-Meile)	세종 자율주행차 시범운행지구
	

출처: 서울연구원(2020).

출처: 국토교통부 보도자료(2020a).

(2) 개인형 이동장치(Personal Mobility, PM)

PM의 경우 PM 도입에 따른 가로환경 문제 등에 대응하기 위한 제도 정비와 PM 관리체계 중심의 연구, PM 특성을 고려한 도시설계 차원의 가로정비방안 제시 연구 등으로 크게 구분되고 있다.

J. Zagorskas & M. Burinskien(2020)은 EU 사회에 PM이 도입된 이후 4~5km, 15~20분 거리의 last-mile 통행이 보행과 자전거에서 PM으로 부분적인 대체가 이뤄지고 있음을 지적하며 PM을 고려한 도시공간 계획의 필요성을 강조한다. 특히 PM의 평균 속력이 25km 내외이지만, 최대 50km까지 운용 가능하다는 점과 도시민의 건강과 안전상의 이유로 자전거 전용도로와 완전히 분리한 PM 전용도로 신설을 주장한다.

그리하여, 자동차를 제외한 도시의 네트워크 망은 보행도로, 자전거 전용도로(저속 주행), PM 전용도로(고속 주행)로 세분화 한 구축이 예견될 수 있다. 이러한 환경 구축이 어려울 경우 도심지, 역사지구 등에 한하여 모든 도로교통 통행 속도를 30km/h로 설정하여 PM과 차량이 혼재되어도 안전한 통행이 가능한 여건을 조성하는 것을 고려해볼 수 있다.

권오용 외(2019)는 다양한 도로이용 주체인 보행자, 자전거, 1~2인승 초소형전기차(Micro Mobility) 등 e-Mobility와 자동차가 공유하는 도시가로를 실현하기 위한 규모별 3가지 설계안을 제시하였다.

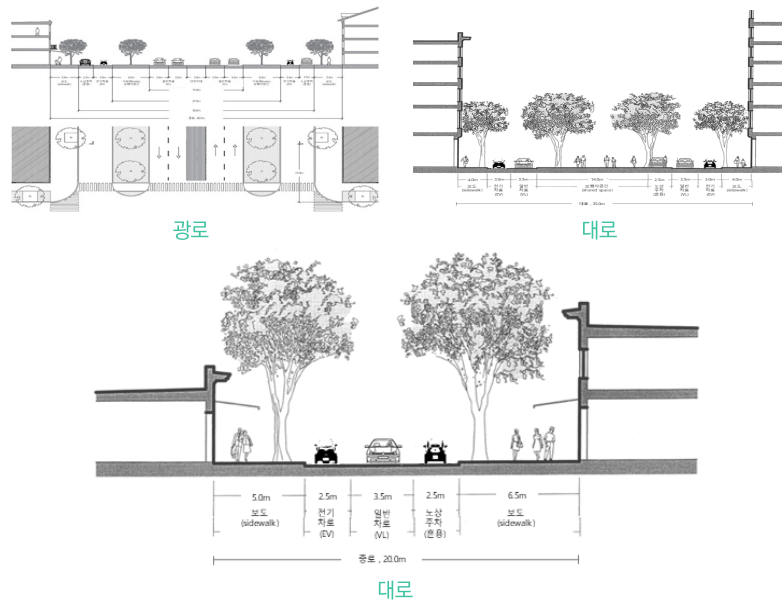
첫째, 광로(48m) 규격의 도시가로 정비를 위한 도로횡단면 설계(안)에서는 왕복 6차로를 기본으로 노변 2개 차로를 노상주차(On-Street Parking), 내측 2개 차로를 e-Mobility에 할당하였다. 특징적으로는 일반차로 너비를 감소하고 연석과 셋백을 없애서 모든 도로이용 주체가 쉽게 공유할 수 있도록 하였다는 점이다.

둘째, 대로(35m) 규격의 도로횡단면 설계(안)으로, 동일한 도로폭에 차로수를 유지하면서도 노상주차와 가로수, 차량통행과 보행자공간 조성이 가능하도록 조정하였다.

셋째, 중로(20m) 규격의 설계(안)에서는 일반차량을 일방통행으로 제한하여 노상주차와 e-Mobility를 수용하였으며, 도로 양측에 보행자를 위한 보도를 충분하게 확보한 것이 특징이다.

[표 2-4] PM 관련 주요 연구 동향

연도	저자	논문명	내용
2020	J.Zagorsk as, M. Burinskien	Challenges Caused by Increased Use of E-Powered Personal Mobility Vehicles in European Cities	지난 10년간 유럽사회가 PM 도입으로 겪고 있는 긍정적, 부정적 사항을 조망하고, 최근 논의되는 PM의 가로 점유, 도로교통 안전문제 등에 대응하는 거버넌스 및 제도 구축의 필요성 제언
2019	권오용 외	E-mobility 활성화를 위한 도시가로 정비방안 연구	PM 등 신교통수단을 고려한 공유환경 도로 구성을 위한 도시가로 정비 방안으로 차로 수 유지와 넓은 보행공간을 담은 3가지 가로 설계안을 제시



[그림 2-7] 광로-대로-중로에 대한 PM 도시가로 설계안

출처: 권오용 외(2019). p.276.

□ PBV

PBV(Purpose Built Vehicle)는 자율 군집주행 기능을 제공하고 용도에 따라 형태와 기능이 달라지는 친환경 모빌리티 솔루션을 일컫는다. PBV의 내부 공간은 사용자의 목적에 따라 휴식 및 여가 공간, 대중교통 등 다양한 형태와 기능을 가진다. 4~6m까지 길이가 확장되며, 차량 상·하부가 완전히 분리되어 용도에 맞게 변할 수도 있다.

최적의 경로를 찾는 인공지능은 물론, PBV끼리 자율 군집주행도 가능하며, 이동 중에 배터리 충전용 PBV가 따라다니며 무선으로 전력을 공급할 수도 있다.

□ PM을 고려한 도시공간 계획

미국의 많은 주에서는 PM을 자전거 도로에서의 운행이 가능하도록 허가하고 있고, 캘리포니아주의 경우 최고속도를 40km/h로 규제해 운영하고 있다. 이 중 로스앤젤레스 산타모니카 PM은 전용 주차구역을 조성해 쾌적한 보행환경을 조성하고 있다.

프랑스 파리에서는 보행로에서의 PM 통행을 원천적으로 금지하고 있으며, 위반 시 135 Euro의 벌금을 부과한다. 반면 통행수단으로서의 PM 이용을 진작시키고 안전한 보행환경 조성을 위해 PM 주차시설 2,500개를 공급할 계획에 있다. 독일과 스웨덴의 경우에는 PM의 통행속도를 20km/h로 엄격히 제한하고 헬멧 착용 권장과 나이 제한 등의 규제를 운영하고 있다.

앞으로는 도로 기반시설 인프라의 자율주행 최적화 방안을 모색하는 방향으로 미래 도시 도로공간에 대한 변화 예측과 PM을 고려한 가로공간 구조 계획요소 도출이 요구된다. E-Mobility는 LTE/5G, WAVE 등 무선통신 체계를 기반으로 다양한 융·복합 서비스가 접목될 것으로 예상되므로, 운전자 편의를 위한 자율주행서비스나 C-ITS 기반 교통안전 서비스 등 다양한 기능이 탑재되는 경우를 감안하여 이를 반영한 도시가로의 형태 제안이 요구된다.



[그림 2-8] LA 산타모니카 PM 운행 및 주차

출처: STREETSBLOG LA(2018).

(3) 도심 항공 교통 (Urban Air Mobility, UAM)

UAM(Urban Air Mobility)은 전기 에너지를 사용하는 전기 추진 방식의 수직이착륙기다. 조용하고 배출가스를 내뿜지 않아 도심 상공을 날아도 큰 문제를 일으킬 확률이 낮다.

영국 정부와 현대자동차, 영국의 모빌리티 기업 Urban-Air Port는 영국 코번트리 지역에 헬기장의 60% 크기의 모듈형 플라잉카 공항 “Air one”을 2021년 11월까지 조성하는 사업을 진행하고 있다. 또한, 한국공항공사와 한화시스템, SK텔레콤은 김포공항 주차장 부지를 활용한 세계 최대 UAM 이착륙 터미널 Vertihub 구축사업 조성을 위한 협력체계를 구축하고 사업을 추진할 계획이다.

독일 항공택시 스타트업 릴리움은 플로리다 레이크 노나 지역에 2025년 개항을 목표로 항공택시 승강장을 건설하는 사업을 진행 중이다.



[그림 2-9] 코번트리 UAM 포트 조성사업 마스터플랜
출처: HYUNDAI(2021).



[그림 2-10] 김포공항 터미널 Vertiport 조성 아이디어(안)
출처: 김상미(2021).

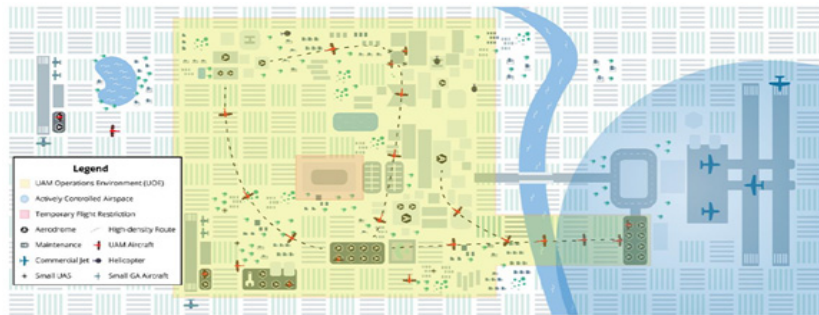
UAM 관련 연구는 4가지 틀로 정리할 수 있으며, 교통선택에서 UAM 선택의 특성을 밝히는 연구, UAM이 도시 교통에서 차지하는 역할과 위상을 규명하는 연구, UAM에 필수적인 Vertiport 등 인프라의 입지 선정 서비스를 발굴하는 연구, UAM의 운항 경로를 제안하는 연구가 수행되었다.

최자성 외(2021)는 헬기장 설치기준 등을 토대로 UAM의 수직이착륙장(Vertiport) 설치 기준을 연구하였다. A. Straubinger et al.(2020)은 UAM이 확장성이 크고 통행시간을 절감시킨다는 장점이 있지만, Vertiport의 용량 제약으로 지상교통을 완전히 대체하기 어렵다는 점과 에너지 소비 문제를 지적하였다. 정민철 외(2020)는 UAM의 핵심 인프라인 Vertiport의 역할과 규모를 정의·위계화하고, 공간 위계에 따른 Vertiport 입지 발굴을 제안하였으며, 이영재 외(2020)는 도심항공교통 운용에 필요한 요소를 분석해 운용체계 개념을 구축하고, 서울-경인권 연결 운항경로를 제안하였다. 전용민 외(2020)는 UAM 전반에 걸친 기술·제도·인프라에 대한 주요 내용을 정리하며, 특히 UAM의 인프라로 Vertiport와 충전소, 교통관리시스템에 대해 자세히 다루었다. Mengying Fu et al.(2019)은 UAM이 통행행태에 미치는 영향력을 조사하는 연구로 이동시간·이용비용과 안전이 UAM을 선택하는데 중요한 결정요인임을 밝히는 연구를 수행하였다.

[표 2-5] UAM 관련 주요 연구 동향

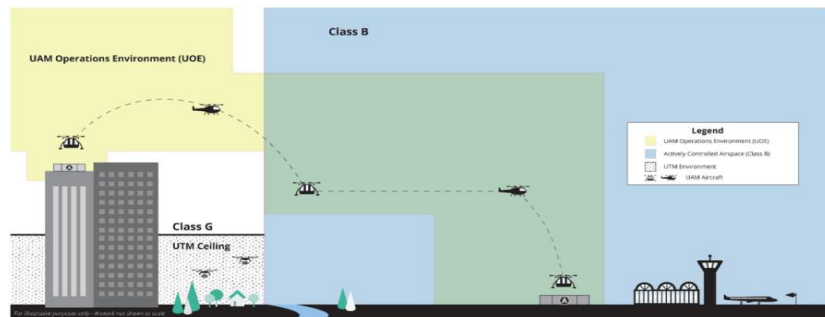
연도	저자	논문명	내용
2021	최자성 외	드론택시(UAM)의 수직이착륙장(Vertiport) 설치기준 연구	국내 헬기장 설치기준 등을 토대로 UAM의 수직이착륙장(Vertiport)과 헬기장 설치의 차별성을 규명하고, 물리적인 Vertiport 설치 가이드라인을 제안
2020	A. Straubinger et al.	An overview of current research and developments in urban air mobility-setting the scene for UAM introduction	UAM이 도시교통에서의 역할을 모색하는 연구로, 확장성이 크고, 통행시간을 절감시킨다는 장점이 있지만, Vertiport의 용량 제약으로 지상교통을 완전히 대체하기 어려움과 에너지 소비 문제를 지적
2020	정민철 외	효율적 도심항공교통(UAM) 서비스 구현을 위한 이착륙 시설 운영 모델	UAM의 핵심 인프라인 Vertiport의 역할과 규모를 정의화하고, 도시공간 상 위계에 따른 Vertiport 입지 발굴 제안
2020	이영재 외	도심항공교통시스템 운용 개념 분석에 따른 운항경로 구축 연구	도심항공교통 운용에 필요한 요소를 분석해 운용체계 개념을 구축하고 이를 기반으로 서울시와 경인권을 연결하는 운항경로를 제안

연도	저자	논문명	내용
2020	전용민 외	도심항공 모빌리티 산업 동향	UAM 전반에 걸친 기술, 제도, 인프라에 대한 주요 내용을 정리하며, 특히 UAM의 인프라로 Vertiport, 충전소, 교통관리시스템을 제시
2019	Mengying Fu et al.	Exploring preferences for transportation modes in an Urban Air Mobility environment: Munich case study	UAM이 통행행태에 미치는 영향력을 조사하는 연구로, 자가용, 대중교통, UAM 등의 통행선택특성을 살펴본 결과, 이동시간, 이용비용과 안전이 UAM을 선택하는데 중요한 결정요인임을 밝힘



[그림 2-11] UAM 운영 간에 필요한 시설과 배치

출처: NASA(2020). p.20.



[그림 2-12] UAM 운영환경에 대한 영역과 비행공간의 구분

출처: NASA(2020). p.21.

관련 연구 보고서 조사를 통해 도심지 내 UAM 운용을 위해 필수적으로 고려해야 할 시설과 항목을 확인해 보았을 때, UAM 필수 인프라(시설)로는 Vertiport, Maintenance 등이 있으며, 고려 사항으로는 UAM Operation Environment, Temporary Flight Restriction, Actively Controlled Airspace 등이 있다.

이 중 Vertiport의 입지에서 가장 우선적으로 고려할 사항은 기존 네트워크 인프

라와의 접근성이다. 기존 고속도로 등과 같이 일정 소음이 있는 네트워크 인프라와 인접하여 Vertiport를 입지할 경우 UAM 소음의 문제소지가 줄고, eVTOL 비행에 중요한 저고도 공역을 확보할 수 있다.

□ PAV

PAV(Personal Air Vehicle, 개인용 비행체)는 UAM의 유사어로서, 두 용어가 함께 혼용되고 있다. PAV와 관련하여 전기추진 수직이착륙, 배터리 성능, 소음저감 비행, 저중량·고강도 복합 소재 기술 외, 자율비행, 사이버해킹보완 등에 소요되는 4차 산업혁명 기술들의 수준이 빠르게 진일보하고 있는 추세이며, 관련 시장 규모와 성장률이 높아질 것으로 전망된다.

[표 2-6] PAV(개인용 비행체)에 필요한 핵심기술

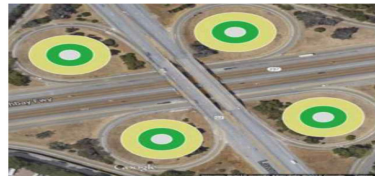
부문	핵심기술
추진계통	· 전기추진 수직이착륙(eVTOL) / 엔진출력 효율 개선 · 동력·추력 계통 부문 소음저감 기술(Ducted Fan 등), 차세대 로터/프로펠러 기술(Bladeless Propeller 등) / 파워드레인(전력전자장치 등)
소재·구조	· 저중량·고강도 복합 소재 개발·적용 · 기체 저중량을 위한 최적 설계 기술(Fly-By-Wire 등) · Dual Mode(도로주행/비행) 움직임 구현을 위한 형상변경 기술
제어·안전	· 조종성 향상 및 추력조절 · 복합 안전구조 메커니즘(Fail-Safe Mechanism) 설계 · 파일럿 사출시스템, 탄도 회복 패러슈트(Ballistic Recovery Parachute)
공력	· 최적 Body 형상 설계를 통한 양력 극대화 및 항력 최소화 기술
항행·통신	· 자동비행(Automatic Flight) 및 자율비행(Autonomous Flight) 기술 · 최적항로 예측 기술 및 집단 PAV 관제 기술 · 장애물 탐지 및 충돌회피방지 알고리즘/센서, GPS 등
배터리	· 연료전지, 니켈수소전지, 리튬이온배터리 등 차세대 배터리 기술 및 에너지 밀집도 개선
사이버보안	· 무선펌웨어(Firmware Over the Air) 업데이트 기술 등 안티해킹 보호기술

PAV의 확산을 위해서는 이착륙 시설 확충이 필요하다. 이착륙 시설은 버티포트(Vertiport)와 버티스톱(Vertistop) 형태로 구분 가능하다. 버티포트는 비교적 대형 착륙지들을 다수 보유하여 최대 12대의 PAV를 수용하고, 충전 및 그 밖의 핵심 설비와 지원인력을 겸비할 수 있다.

버티스톱은 단일 PAV의 이착륙 지점으로, 별도의 개념 없이 단지 승객이나 화물을 싣고 운반하는 용도에 쓰여, 오늘날 도심 내 헬리패드와 같은 간이이착륙장 유형에 가깝다. 도심 내 위치한 건물식 주차장의 맨 꼭대기 층을 개조하여 다수의 PAV 이착륙을 위한 시설을 설치할 수 있다.



샌프란시스코의 부유식 바지선 형태의 버티포트



실리콘밸리 인근 고속도로 주변 유휴공간의 버티스톱



LA 공항 인근의 건물식 주차장 꼭대기층의 버티포트 활용

[그림 2-13] PAV의 버티포트 설치 방안

출처: Uber Elebate(2016). p.52.

PAV가 기술과 경제성 관점에서 현실 가능하더라도, PAV 운용을 지탱할 관련 법제도 없이는 PAV 시장 활성화는 요원한 사항이다. PAV의 다양한 재원에 따른 관련 당국으로부터의 복잡하고 상이한 인증 문제, 유무인기 공역 통합과 같은 영공 활용, 인프라 운영 등에 필요한 제도 정비를 아직 이루어진 부분이 거의 없기 때문이다. 또한 도심 내 높은 건물들 사이로 PAV가 날아다닐 때 발생할 수 있는 재산권과 사생활 침해 이슈, 비행금지 구역 설정 구간, 그 밖의 예상치 못한 잠재적 이슈를 사전에 최대한 발굴하여 이를 해결 또는 완화할 수 있는 제도적 장치를 마련해야 한다.

항공 교통수단이 증가할 경우 이를 관리·통제할 새로운 항공교통 관제 시스템과 도심비행 규제 문제, 사생활 침해 등 기존 항공법을 넘어선 이슈를 포괄할 수 있는 가이드라인도 필요하다. 안전 문제는 생명과 직결되기 때문에 강풍, 조류 등 비행 중 발생할 수 있는 다양한 위험 상황에서 안전성을 충분히 입증해 소비자의 신뢰성을 확보하고 사회적 수용성을 확대하는 것이 중요하다.

(4) 모빌리티 Hub

모빌리티 Hub는 하늘의 UAM과 지상의 PBV를 잇는 구심점인 동시에, PBV와 연결되며 다양한 모습으로 활용되는 혁신 커뮤니티 공간이다. Hub의 옥상에는 UAM 이착륙장이 있고 지상에는 PBV와 연결되는 도킹 스테이션이 자리한다.

모빌리티 Hub는 모빌리티 환승 거점의 기능만 제공하는 것뿐만 아니라 주거, 여가, 문화, 의료 등 다채로운 PBV와 연결되어 Hub는 무한한 가능성의 공간으로

탈바꿈할 수 있다. 예컨대 공연장, 전시장, 영화관으로 제작된 PBV가 Hub에 모이면 복합 문화 공간으로, 외과, 치과, 안과, 약국 등 의료 서비스 PBV가 모이면 종합병원과 같은 기능을 갖게 될 수도 있다.

2) 에너지 시설 분야

에너지 시설과 관련하여 수행된 연구들은 3가지 주제로 정리할 수 있으며, 도심 내 에너지의 관리 및 제어에 관한 연구, 에너지 인프라인 스마트그리드와의 연계 및 발전방향에 관한 연구, 에너지 공유 플랫폼인 에너지공유형 커뮤니티 구축에 관한 연구가 있다.

김상훈 외(2021)는 U-City 추진과정에서 시민체감형 서비스와 민간 참여의 부재로 지속가능한 도시모델 구축 한계 도출 및 스마트에너지시티 구축방안을 연구하였다. 김재선(2021)은 스마트그리드의 기술 표준화 및 역량 강화, 소비자 참여 유도, 개인정보 유출 등에 대한 법적 근거 과제들을 도출하는 연구를 수행하였다.

MohdFaijan Mansuri1 et al.(2020)은 태양열과 같은 재생에너지를 발전용 에너지로 사용하고, 수소차(FCEV) 기술을 교통수단으로 사용하여 탄소배출량을 줄이는 스마트시티 연구를 진행하였다. 최경석 외(2021)는 에너지공유커뮤니티 구축을 위해 에너지 공유 커뮤니티계획, 설계를 위한 기반기술, 에너지 연계 및 공유 최적화 기술, 에너지공유 플랫폼 통합 운영 관리 시스템 및 보급모델, 저탄소 에너지 효율화 기술 기반 에너지공유 커뮤니티 실증 연구를 수행하였다.

Oldenbroka et al.(2017)은 태양광, 풍력에너지로 수소차에 필요한 전기 공급 프로세스 효율성 검토, 수소차를 에너지 생산, 분배, 수송 면에서 재생가능성, 비용 효율성, 안정성에 대해 논의하였으며, C. F. Calvillo1 et al.(2016)은 에너지 관리 및 제어를 스마트기술로 해결하기 위해 에너지부문 개입영역을 5가지로 분류, 각각의 영역들의 효율화와 상호보완의 해결책을 제안한 바 있다.

[표 2-7] 스마트도시와 에너지 관련 주요 연구 동향

연도	저자	논문명	내용
2021	김상훈 외	에너지 관점에서 본 스마트시티의 현황 및 전망	· U-City 추진과정에서 시민체감형 서비스와 민간참여의 부재로 지속가능한 도시모델구축 한계 · 에너지 관련 부문들의 상호 연결 및 지능화를 통한 최적화된 에너지관리 필요 · 스마트에너지시티 구축방안 제시
2021	김재선	도시환경 개선을	· 스마트그리드의 기술 표준화 및 역량 강화가 필

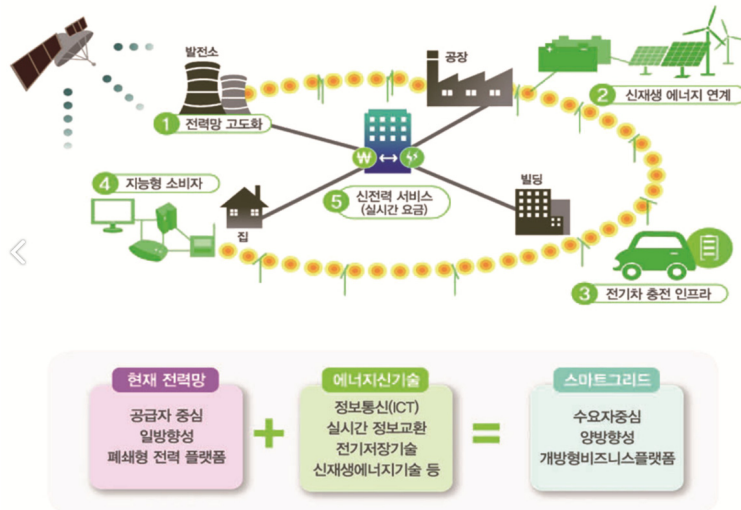
연도	저자	논문명	내용
		위한 스마트그리드 활용에 관한 공법적 과제	· 요하며, 소비자의 적극적 참여를 유도해야 함 · 관련 전기시설 등의 기반시설을 함께 발전시켜야 하며, 개인정보 유출 등에 대한 법적근거를 마련해야함
2020	MohdFaijan Mansuri1 et al.	Shifting from Fossil Fuel Vehicles to H2 based Fuel Cell Electric Vehicles	· 태양열과 같은 재생에너지를 발전용 에너지로 사용하고, 수소차(FCEV) 기술을 교통수단으로 사용하여 탄소배출량을 줄이는 스마트시티 구축 제안
2020	최경석 외	에너지공유 커뮤니티 구축 계획 및 추진방향	· 에너지공유커뮤니티 구축은 1) 에너지 공유 커뮤니티계획, 설계를 위한 기반기술, 2) 커뮤니티 외 에너지 연계 및 공유 최적화 기술, 3) 에너지공유 플랫폼 통합 운영 관리 시스템 및 보급모델, 4) 저탄소 에너지 효율화 기술 기반 에너지공유 커뮤니티 실증으로 구성됨
2017	Oldenbrok a et al.	Fuel cell electric vehicle as a power plant	· 태양광, 풍력에너지의 수소전환으로 수소차에 필요한 전기 공급 프로세스 효율성 검토 · 수소차를 에너지 생산, 분배, 수송 면에서 재생가능성, 비용 효율성, 안정성 검토 논의
2016	C. F. Calvillo1 et al.	Energy Management and Planning in Smart Cities	· 에너지 관리 및 제어를 스마트기술로 해결하기 위해 에너지부문 개입영역을 5가지로 분류 · 각각의 영역들의 효율화와 상호보완의 해결책 제안

(1) 스마트 그리드

스마트 그리드(지능형 전력망)란 기존의 전력망에 정보통신 기술을 접목하여 실시간 에너지 정보를 교환하여 효율적으로 사용할 수 있도록 하는 체계이다. 전력 에너지의 사용이 일방향(발전→송전 또는 배전→사용)에서 양방향으로 전환되며, 유희에너지를 효율적으로 사용하도록 하는 시스템이다.

「지능형 전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률」에서는 “전력망에 정보통신기술을 적용하여 전기의 공급자와 사용자가 실시간으로 정보를 교환하는 등의 방법을 통하여 전기를 공급함으로써 에너지 이용효율을 극대화하는 전력망”으로 정의한다.

스마트 그리드 구축을 위한 주요 기술은 지능형 전력공급을 위해 신재생에너지를 공급하며, 지능형 송배전을 위해서는 송전단(SCADA), 배전단(DAS), 지능형 변전이 활용된다. 지능형 전력소비를 위해서는 스마트계량기(AMI), 에너지관리 시스템(EMS), 에너지저장시스템(ESS), 수요반응(DR), 전기차충전인프라(EVC), 스마트가전 활성화가 추진된다.



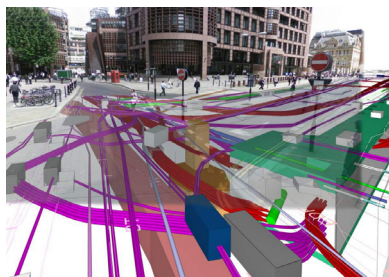
[그림 2-14] 스마트 그리드(Smart Grid)의 개념

출처: LG CNS(2015).

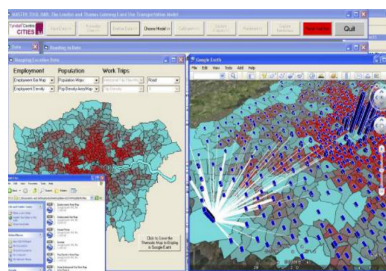
□ Smart London Plan

스마트 그리드의 국외 사례인 영국 런던 ‘Smart London Plan’은 런던시 전력망에 다양한 스마트그리드 기술을 접목시킨 실증사업이다. 스마트 그리드 등 첨단 기술을 활용한 에너지효율 향상을 통한 신기술 적용과 경제성을 검증하는 것을 주요한 내용으로 한다.

도입하고 있는 주요 기술로는 실시간 요금제, 전기차 충전, 분산전원 통합 실증, 스마트미터 데이터셋, 데이터 활용 에너지 현황분석, 수요반응 기술검증 및 비용 편익 분석 등이 있다.



Crossrail underground construction



Modeling London in Real Time by the Bartlett Centre for Advanced Spatial Analysis

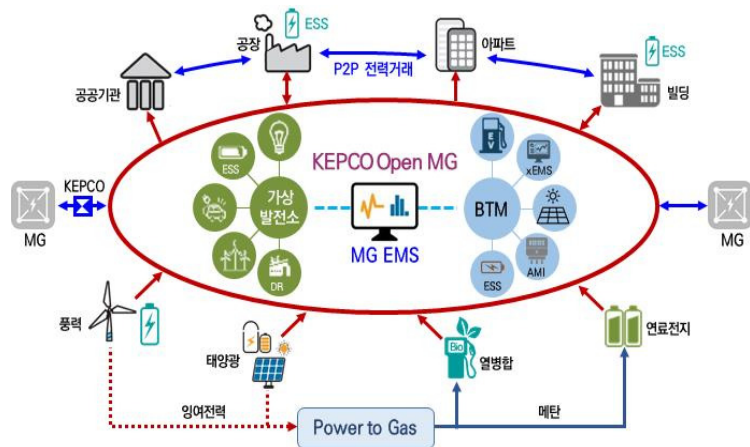
[그림 2-15] Smart London Plan의 실증사업 사례

출처: SMART LONDON BOARD(2013). p.15(좌), p.33(우).

(2) 마이크로 그리드

국내 대표 발전 공기업인 한국전력에서는 태양광, 풍력, 에너지저장장치(ESS) 등을 포함하는 기존의 스마트그리드에 연료전지 발전원을 추가하고 있으며, 이를 통해 기존 마이크로그리드에 에너지솔루션과 블록체인 등 디지털기술을 접목한 개방형 에너지 커뮤니티를 적용하고 있다.

또한, P2G(Peer-to-Grid) 기술로 신재생만으로도 에너지 자립이 가능하도록 하며, 남은 전력을 수소로 전환해 저장하고 필요 시 연료전지 등을 통해 전기에너지로 화할 수 있도록 기술을 개발 중이다.



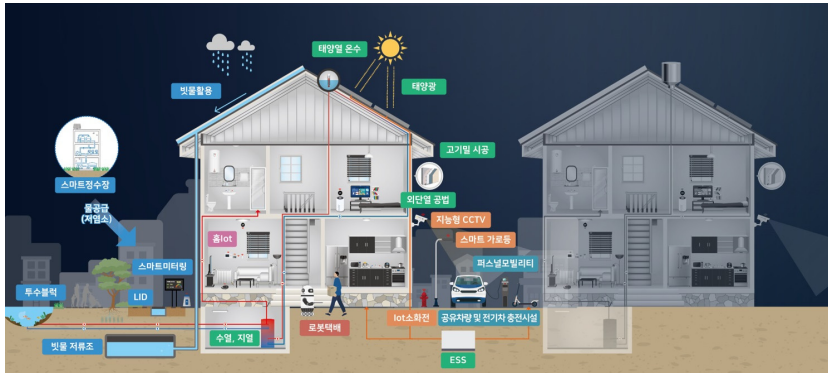
[그림 2-16] 한국전력의 오픈 마이크로그리드 구성도

출처: 김진철(2018).

(3) 스마트 빌리지

스마트빌리지는 지역특성에 따라 ICT 기술을 기반으로 지역 내 각 객체들이 융합되어 창의적인 소통을 하고 상호 간 커뮤니티 기능을 확대한다. 디지털 기술을 활용한 경쟁력을 갖춘 공동체를 형성하고, 환경적·사회적 가치창출을 확대시킨다.

스마트도시 국가시범사업 중 하나인 부산 에코델타시티 내에서는 미래형 주거 공간과 혁신기술 리빙랩 실험을 위한 공간으로 ‘스마트 빌리지’를 조성 중이다. 스마트빌리지에서는 에너지공유플랫폼 기술을 적용하고, 신재생에너지를 통한 에너지 자립률 100%를 목표로 사업을 추진하고 있다. 이와 함께 에너지 관리를 위한 EMS와 잉여에너지 거래를 통한 새로운 부가가치를 창출할 수 있도록 가상 발전소 VPP를 검토하고 있다.



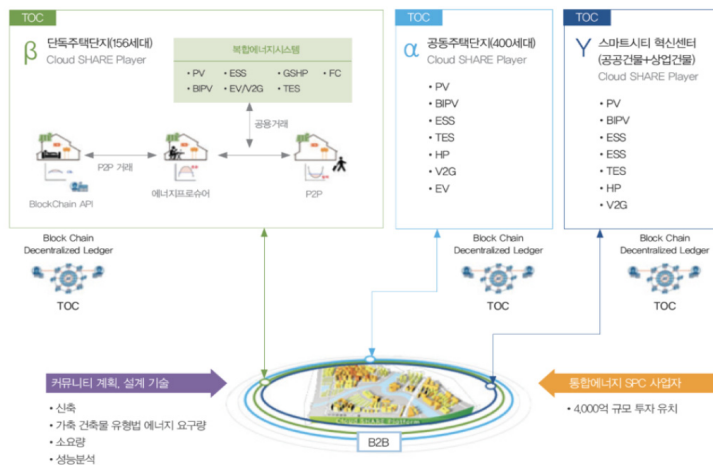
[그림 2-17] 부산 에코델타시티 내 스마트빌리지 적용기술

출처: 강형진(2020).

(4) 에너지공유 커뮤니티

에너지공유(Cloud SHARE) 커뮤니티는 기존 건축물을 대상으로 저탄소 에너지 효율화 기술과 에너지공유 플랫폼 기술 등을 적용한 최적 에너지 공유 커뮤니티 구축 및 보급모델 개발로 정의된다.

에너지공유 커뮤니티를 구축함으로써 다양한 분산자원 및 프로슈머의 수요·공급 운영데이터를 빅데이터 플랫폼을 통하여 수집하고 이후 커뮤니티 에너지공유 최적화에 활용한다. ① 에너지공유 커뮤니티 계획·설계를 위한 기반 기술, ② 커뮤니티 내 에너지 연계 및 공유 최적화 기술, ③ 에너지공유 플랫폼 통합 운영·관리시스템 및 보급모델, ④ 저탄소 에너지효율화 기술 기반 에너지공유 커뮤니티 실증으로 구성되어 있다.



[그림 2-18] 부산 EDC 스마트빌리지 에너지공유 커뮤니티 구축계획

출처: 최경석(2020), p.21.

(5) 연료전지 발전소

연료전지 발전소는 소규모로 설치해도 에너지 효율이 높아 많은 양의 전기와 열을 생산하며, 인근 지역에까지 에너지를 제공할 수 있다. 전력 사용이 많은 도시에 설치해도 미세먼지의 주요물질인 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 분진 등이 발생하지 않는 친환경 분산 발전원이다.

마포구 노을연료전지 발전소는 서울에서 가장 규모가 큰 연료전지 발전소로서, 소음이 적어 도심 속 주거지 인근에 설치가 가능하고 마포구 주택의 약 28%(약 4만 5천가구)에 대한 전력 공급이 가능한 규모이다.



- 서울특별시 마포구 상암동 481-6 외 4필지
- 부지면적: 6,805m²
- 설치용량: 20MW (2.5MW기×8기)

[그림 2-19] 마포구 노을 연료전지 발전소 전경

출처: 윤우식(2020).

부산 그린에너지 연료전지 발전소는 국내 도심지역 내 건설된 최대 규모 연료전지 발전소이다. 도심 속 주거지 인근에 설치되는 수소연료전지 발전소로서 해운대구 전체 전기 사용량의 13.8%에 대한 전력 공급이 가능하다.



- 부산광역시 해운대구 해운대로 896
- 부지면적: 9,279m²
- 설치용량: 30.8MW (0.44MW기×70기)

[그림 2-20] 부산 그린에너지 연료전지발전소 조감도

출처: 김형준(2017).

경기 그린에너지 연료전지 발전소는 현재 단일부지 내 세계 최대 규모 연료전지 (58.5MW)로서, 연간 42만 3천MWh의 전력을 생산할 수 있다. 이는 가구당 월간 약 400kWh의 전기 소비 시, 약 8만 5천가구에 대해 전력 공급이 가능한 규모다. 또한, 발전시 생성되는 열을 활용 시, 약 2만 가구가 사용할 수 있는 열에너지에 대한 공급이 가능하다.



- 경기도 화성시 향남읍 발안공단로 3길 77
- 부지면적: 20,405m²
- 설치용량: 58.8MW (2.8MW기×21기)

[그림 2-21] 경기 그린에너지 연료전지 발전소 전경

출처: 권준범(2021).

도시 자체 에너지 공급을 늘이기 위해서는 스마트그리드 시스템에 신재생에너지 발전원 등의 추가확대가 반드시 필요하다. 또한, 이러한 분산자원의 에너지공유 최적화를 위해 에너지공유형 커뮤니티활성화 및 도시생태계를 조성하는 것이 요구된다.

3) 통신 시설 분야

현재 스마트시티의 통신 분야 관련 연구동향은 통신서비스 제공을 위한 기반시설에 관한 연구, IoT나 CPS와 같은 기술을 실현시키기 위한 인프라에 관한 연구, 5G와 같은 통신망 구축에 관한 연구 등이 이루어지고 있다. 특히 개인정보 보호와 같은 정책 및 전략적 시사점 위주의 연구가 대부분 수행되고 있다.

Sushil Kumar et al.(2020)은 IoT 인프라의 일부로서 CPS(Cyber-Physical System) 구축 필요성과 제한점에 대한 연구를, 김병운(2020)은 5G CPS 외 통신 설비 인프라, R&D 및 관련 법제를 기반으로 스마트시티 서비스 활성화 정책, 국내외 5G 기반 CPS 스마트시티 구축 운영 모델에 대한 연구를 수행하였다.

인천광역시(2020)에서는 스마트시티 내 통신서비스 제공을 위해 정보통신 인프라 구축 및 정보통신망 관리 운영 절차를 소개하고 정보통신망, 백본망, 액세스망, 무선망, 통신관로 및 선로 구성에 대한 연구를 진행하였다. 김학용(2019)은

효율적인 스마트시티 실현을 위해 5G망 도입의 필요성 및 5G서비스를 위한 통신인프라, 표준화모델에 대한 연구를 수행하였다.

디지털미래서울(2019)에서는 5G 도입에 따른 서비스 진화 예측, 5G 구축을 위한 서울시 디지털행정 이슈 및 동향에 대한 연구를, Roozbeh Jalali et al.(2015)은 스마트시티를 위한 클라우드 기반 스마트 아키텍츠, ICT 인프라, 플랫폼 구축, 건설 키워드로 스마트시티 구축방안에 대한 연구를 수행한 바 있다.

[표 2-8] 스마트도시와 통신 관련 연구 동향

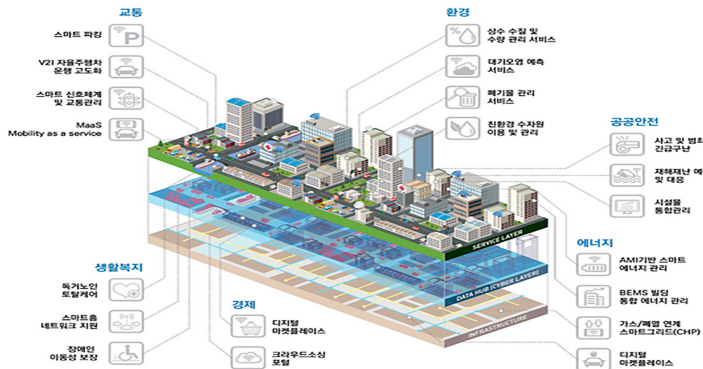
연도	저자	논문명	내용
2020	Sushil Kumar et al.	A deep learning-based IoT-oriented infrastructure for secure smart City	· IoT 인프라의 일부로서 CPS (Cyber-Physical System) 구축 필요성 및 제한점 소개
2020	김병운	5G CPS 기반 스마트시티 서비스 정책	· 5G CPS 외 통신설비 인프라, R&D 및 관련 법제를 기반으로 스마트시티 서비스활성화 정책제시 · 국내외 5G 기반 CPS 스마트시티 구축 운영 모델 제시
2020	인천광역시	인천검단지구 스마트도시건설사업 실시계획	· 스마트시티 내 통신서비스 제공을 위해 정보통신 인프라 구축 및 정보통신망 관리 운영 절차 소개 · 정보통신망, 백본망, 엑세스망, 무선망, 통신관로 및 선로 구성 방안 제시
2019	김학용	5G 서비스 구현 기술의 이해	· 효율적인 스마트시티 실현을 위해 5G망 도입의 필요성 제시 · 5G 서비스를 위한 통신 인프라 및 표준화 모델 필요성 제시
2019	디지털 미래 서울	5G와 스마트시티	· 스마트시티 구현을 위해 5G 구축의 필요성 제시 및 5G 도입에 따른 서비스 진화 예측 · 5G 구축을 위한 서울시 디지털행정 이슈 및 동향 검토
2015	Roozbeh Jalali et al.	Smart City Architecture for Community Level Services Through the Internet of Things	· 스마트시티를 위한 클라우드 기반 스마트 아키텍츠를 제안하여 실시간 데이터 접근성을 높임 · ICT 인프라, 플랫폼 구축, 건설에서의 적용의 3가지 키워드로 스마트시티 구축방안 제시

(1) ICT·IoT(사물인터넷) 구축을 통한 정보 서비스 제공

스마트시티는 사용자 지향적인 기술의 활용에 초점을 두고 있다. IoT 기반의 환경은 만물 간의 통신을 가능하게 하였고, 상호 간의 연결을 통해 사용자 체감형

서비스를 제공한다.

가령 도심 곳곳에 설치된 공기질 측정 센서들은 실시간으로 미세먼지의 상태를 수집하여 통합관제센터로 송출하고, 이 정보들을 빅데이터와 AI 기법들을 활용하여 일자별·지역별 미세먼지 현황 정보와 예측 정보들을 시민들에게 제공할 수 있다. 시민들은 제공받은 정보를 통해 외출을 자제한다든지 하는 판단을 내릴 수 있고, 이는 실생활에서 체감할 수 있는 서비스이다.



[그림 2-22] Connected Town

출처: 국토교통부(2019a). p.6.

바르셀로나 22@Barcelona 프로젝트는 도시재건축의 개념을 스마트 도시재생을 통해 실현한 사례이다. 수도, 전기, 통신 등 도시기반시설 확충에 있어 IoT와 다양한 센싱을 연결하고, 위치정보 서비스 기반 주차시스템, 버스정류장 등을 도입하였다.



[그림 2-23] 스페인 바르셀로나 22지구 프로젝트

출처: 허승(2018).

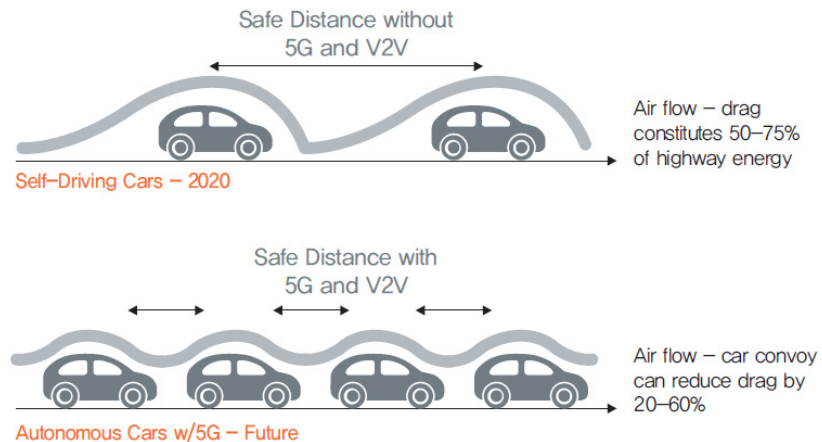
LG전자의 스마트팩토리는 ICT 정보통신기술을 통해 제조공정 전 과정을 자동화, 디지털화하고, 생산라인의 중합화, 자동화, 지능화 기술을 적용한 통합관계 시스템을 도입하였다. 스마트 팩토리 내 자율 로봇은 CPS 아키텍처를 가지는 스마트제품과 통신하고, 상황별 결정을 내릴 수 있는 자율성을 적용하여 운행한다.

(2) 5G 통신기술의 적용

스마트시티에서 사물인터넷 서비스 제공을 위해서는 하나의 이동통신 기지국에서 수만개 또는 수십만개 이상 디바이스를 수용할 수 있어야 한다. 그리하여 별도의 통신기술을 이용하지 않는 한 4G 서비스에서 자율주행차나 스마트시티 서비스에 대한 제공이 어려운 한계가 나타나고 있다. 따라서 스마트시티에서 5G의 확대로 에너지·유틸리티, 교통, 교통안전 분야의 비약적인 발전이 기대된다.

에너지·유틸리티 분야에서는 5G를 통해 전력 운용을 효율화하고 전력 소모가 최대치에 달할 때 전력 피크치를 낮춰 에너지 절감에 도움이 될 수 있다. 또한 5G는 대용량 센서 분석을 바탕으로 도시 지역의 에너지, 교통혼잡비용, 탄소배출 등을 절감시킬 수 있다.

교통 분야에서는 도로의 차량수용능력을 극대화 함으로써 교통 정체 해소에 기여할 수 있으며, IT와 자동차를 연결시켜 양방향 소통이 가능한 차량을 말하는 커넥티드카 같이 실시간성을 중요시하는 서비스에 유용하게 사용된다.



[그림 2-24] 5G 도입 전-후 자율주행차 군집 비교

출처: 서울디지털재단(2019). p.11.

4. 스마트 기술·서비스를 통한 도시공간 변화 예측

1) 주거 공간

주거기능의 복합화로 다양한 기능을 수용할 수 있는 더 넓은 주거 공간과 알파룸 등에 대한 수요가 증가하고 있으며, 현재 주거공간의 평면적 확장 및 변화가 진행 중이다. 이에 따라 미래 주거의 규모와 기능 변화를 고려하여, 최소주거기준, 용도별 방의 개수와 같은 법적 주거기준이 요구될 수 있다.

또한 도보로 접근 가능한 근린생활권을 조성을 목표로, 지역생활권을 기초로 한 자족형 근린생활권을 조성하고, 도보로 접근 가능한 생활 SOC공급과 거점이 되는 공공보건 의료시설(생활권 단위 공공보건소), 주거지와 연계한 생활권 녹지체계 형성이 필요하다.

그리고 스마트시티의 주거지역은 근린보다 작은 근린 분구, 인보구 단위로 전환될 것이며, 주거공간과 함께 마이크로한 위성 업무공간과 교육공간을 제공하는 혼합구조로 변화할 것으로 예측된다.

[표 2-9] 주거 공간 변화 관련 문헌 검토

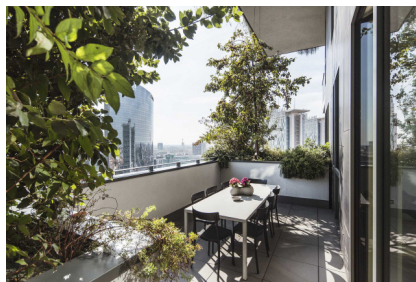
연도	저자	논문명	내용		
2020	서울연구원	탄력적 도시회복을 위한 인프라 구축방안, 정책제안 토론자료	· 비대면 사회의 이동 최소화를 위한 도시공간 구조 모색 - 자족성과 다양성을 가진 다핵의 공간구조 - 도보로 접근가능한 근린생활권 조성		
2020	김리영 외	코로나19와 도시, 도시회복력과 도시정책 방향, 고양시정 이슈브리프	· 주거공간에서 필요로 하는 주택 규모의 확대와 기능변화 필요 · 최소 주거면적에 대한 검토와 1인가구 문제 검토가 필요 (가구구성별 최소 주거면적과 용도별 방의 개수) · 주택기반 의료서비스를 위한 스마트 헬스케어 홈 개발 및 보급의 필요 · 데이터 기반 개인 맞춤형 주택공급 및 주거정책체계 구축		
2020	최준호	코로나19 이후, 인간중심의 주거공간 연구와 방향	· 베란다와 같이 물리적으로 외부공간으로 접근할 수 있는 디자인, 계절적 요인에 바탕을 둔 자연환기, daylightcontrol, 창문을 통한 조명 및 자연환기 등을 바탕으로 건물 파사드와 창호 개발 이루어질 것 · 코로나 이후 디자인 및 실내환경에 대한 연구는 주거공간의 실내 환경을 중심으로 이루어질 것		
2020	김동근	포스트 코로나 시대, 감염병 대응형 도시계획 방향,	주거	주택 내 거주시간 증가	1인당 주거면적 변화, 노후불량 주거 개선

연도	저자	논문명	내용		
		국토이슈리포트 제17호	주민편의시설, 도서관 폐쇄	공공시설 수요변화	
			사회적 거리두기 영향	인구밀집 도시지 역에 대한 선호도 변화	
2021	유현준	공간의 미래	· 코로나 이후 155% 증가한 집 생활(어른은 재택근무, 아이는 원격교육)로 주택의 역할 증대 · 스마트시티의 주거지역은 근린보다 작은 근린분구, 인보구 단위로 주거공간과 함께 마이크로한 위성업무공간과 교육공간을 제공하는 혼합 구조로 변화할 것		
2020	강미나 외	포스트코로나 시대 건강한 집, 건강한 이웃. 월간 「국토」 6월호	· 현재 최저주거기준에 대한 재검토가 필요하며, 각자 일상생활의 공간으로 집을 활용하고 공동의 장으로도 활용할 수 있도록 규모와 구조가 재구성되어야 함		
2016	김지은 외	미래 주거트렌드 연구, 주택산업연구원	· 2025 미래 주거 트렌드 1) 본격 수요교체 2) 실속형 주택 인기, 3) 주거비 절감 주택 인기 4) 기능복합 초소형 주택 +공간기능의 다양화 5) 자연주의 '숲세권' 6) 첨단기술을 통한 주거가치 향상 7) 월세 시대		

□ 포스트 코로나 시대의 주거 변화

포스트 코로나 시대 주거공간에서는 비대면 경제 활성화, 원격근무 확대로 공간 수요 변화가 예상된다. 주거공간은 공유면적이 감소하고 독립공간을 강조하는 형태로 변화 중이며, 주거공간과 사무공간이 혼합된 형태의 공간구조가 확산될 것이다.

또한, 재택근무, 온라인강의, 모바일 쇼핑 등이 빠르게 확산되면서 올인룸(all in room) 현상이 빠르게 확산될 것이며, 독립된 공간의 면적 확대 요구와 질적 개선 요구가 확대될 것으로 예측된다.



〈스테파노 보에리, 밀라노 '수직숲' 아파트〉

출처: stefanoboeriarchitetti(n.d.)



〈'땅을 분양하는 아파트'〉

출처: 장운규(2020).

[그림 2-25] 포스트 코로나 시대의 주거 변화

□ 주거 공간 7대 트렌드

- (슈퍼 & 하이퍼 현상) 4차 산업혁명 기술이 주거 공간에 활용되어 초연결, 초지능, 초융합 공간 탄생
- (위두(We Do)) 공유경제, 구독경제의 부상과 함께 공유공간의 확대
- (올인룸(All in Room)) 일, 여가, 쇼핑, 운동 등 대부분 일상이 방에서 이루어짐. 인테리어에 대한 투자가 증가함
- (낮낮공간) 24시간 물류플랫폼 역할을 수행하는 도시. 드론, 자율주행 자동차의 물류 투입
- (팝업 DK(Pop-up Dining Kitchen)) 실제 요리하는 주방과 SNS에 공개하는 주방으로 변화
- (펫봇人 공간) 사람, 반려동물, 로봇이 각자의 공간을 점유하는 현상이 두드러지게 나타날 것
- (에코세대) 주택시장을 주도했던 베이비붐세대가 은퇴하고, 이들 자녀인 에코세대가 주역으로 떠오름

2) 상업·업무 공간

(1) 상업 공간

경제 산업의 메가트렌드로서, 상업의 온라인+스마트화는 미래까지 지속될 것으로 전망된다. 디지털 전환과 함께 디지털화, 플랫폼화 등의 경제구조로 변화하고 있으며, 빅브라더와 같이 국가권력이 강화되면서 모니터링이 일상화되고 있는 것이다. 이는 미래도시공간에 대한 많은 변화를 불러일으킬 것으로 전망된다.

이와 더불어 비대면 사회로의 전환, 상업의 온라인화에 따라 도시공간구조도 변화하고 있다. 주거공간의 복합화(all in room)로 인해 주거공간의 수요가 늘어나고 상업공간의 수요는 줄어든 것으로 전망된다. 특히, 소매 상업공간의 수요와 필요면적 등이 달라지면서 상업지역에 대한 지속적인 모니터링과 산정방식이 제고되어야 한다.

또한, 가구 내 체류시간이 증가하면서 소비패턴의 변화로 이어지고 있기도 하다. 주거상권 이용 건수는 전년 대비 24.6%가 증가하였고, 관광 상권이나 역세권 상권의 이용건수는 전년 대비 50% 이상 감소하였다. 집주변에서 이뤄지는 소비활동이 대폭 늘어난 것이다.

도시 내에서 물류시스템을 어떻게 활용할 것인가에 대한 관심이 급증하고 있어, 언택트 핵심산업인 물류사업 도약을 위한 인프라 구축도 요구된다. 물류시스템을 터널화하여 지하화함으로써, 지상을 보행 중심으로 재편하는 방법, 자율주행 차나 드론과 같은 자동화시스템을 도입하여 도로체계를 간소화하는 방법 등으로의 공간 전환이 예측되는 것이다.

[표 2-10] 상업공간 변화 관련 문헌 검토

연도	저자	논문명	내용		
2020	김현철	포스트 코로나 시대 R&D혁신과 산업대응 방향, 한국산업기술원	· 비대면 사회로의 전환 : 언택트와 디지털(온라인+스마트화)로 구성된 가상세계로의 모델링 가속 · 분산화, 분권화: 글로벌 교역 사이클 수준의 하락과 글로벌 공급사슬의 단절, 변화 · 디지털화, 플랫폼화: 디지털 전환의 가속화로, 원격 연계 플랫폼 진화(Tele-Work, Edu, Nursing) · BIG brother, Super panopticon형태의 강한 정부 출현: 국가권력 강화, 모니터링의 일상화		
2020	MariyaBruss evich	Who will Bear the Brunt of Lockdown Policies?	· 근로자 특성에 따른 재택근무 전환의 가능성 검토 / 선진국과 개발도상국 간의 원격근무의 실현 가능성 검토		
2020	김동근	포스트 코로나 시대, 감염병 대응형 도시계획 방향, 국토이슈리포트 제17호	상업, 여가	서비스업 매출 감소	도심지역 상권 쇠퇴
				배달전문점 활성화	주거지 내 상업시설 증가
				온라인 구매 증가	창고, 유통관련 시설 증가
				대형 상업시설 매출감소, 상가 공실률 증가 실내 여가 감소(노래방 등), 1인 미디어 증가	상업시설 수요 변화, 공간 변화
				외부활동 선호(공원 산책 증가)	공원, 녹지, 수변공간 등 공급 필요
				숙박시설 이용률 감소	관광, 숙박시설 수요 변화
				2020	국토교통부 보도자료
2020	문새하	포스트코로나 시대 언택트 소비로 인한 소매공간 수요변화와 시사점, 국토연구원	· 소매점의 경우 불필요한 매장크기를 줄이고 상품판매에 집중하거나 다양한 서비스를 공급할 수 있도록 규모를 더욱 키우는 등 기존과는 달리 공간 활용의 양극화		

연도	저자	논문명	내용
			· 비대면, 온라인 산업의 활성화로 소매공간의 면적과 규모가 달라지면서 상업지역에 대한 지속적인 모니터링과 상업지역 산정방식에 대한 제고가 필요
2020	대한건설 정책연구원	도시와 집, 이동의 새로운 미래 심포지엄	· 비대면 문화가 확산하면서 주거 공간 수요는 늘어나는 반면, 상업시설에 빈 곳이 생겨날 것으로 전망 · 비대면 기반의 소비물류가 급증하고, 물류시스템을 터널화하고 지상공간을 창의적으로 이용해야 함

(2) 업무 공간

업무환경의 변화와 함께 오피스 이용자의 수요 변화가 발생하고 있기도 하다. 대규모 오피스의 사용보다는 재택근무나 원격근무와 같은 탄력근무제의 병행으로 제 3의 공간을 오피스로 사용하고자 하는 수요가 발생하고 있다. 이에 따라, 거점 위성 오피스의 등장과 같은 지역 생활권 반경 안에 있는 업무공간이 등장할 것으로 예측된다.

공유오피스에 대한 의견은 크게 두 가지로 갈라진다. 하나는 팬데믹의 효과로 공간을 공유하는 공유오피스의 이용이 대폭 감소하고 있으며, 팬데믹 이후에도 회복이 어려울 것이라는 의견이다. 이와는 달리, 업무의 소규모화, 전문화, 개인화 및 재택근무 및 원격근무의 보편적 확산으로 지역 내 공유오피스나 위성오피스로의 이용이 증가할 것이라는 전망도 나온다.

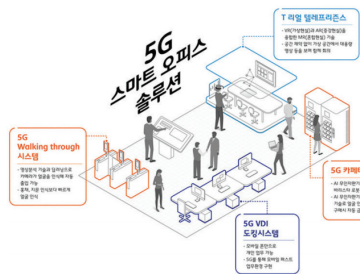
[표 2-11] 업무 공간 변화 관련 문헌 검토

연도	저자	논문명	내용
2020	김리영 외	코로나19와 도시, 도시회복력과 도시정책 방향, 고양시정 이슈브리프	· 언택트의 일상화로 가상/증강현실(VR/AR) · 인공지능(AI)기술에 기반한 에듀테크 비즈니스 창출 기회 확대 · 글로벌 원격제어 및 모니터링 시장규모는 5년간 연평균 13%씩 성장, 최근 성장세 가속화 · MS의 오프라인 매장 영구 폐쇄: 상품 유통의 중심이 오프라인에서 온라인으로 변화 (언택트 경영) · 물류량 급증에 대응한 인프라, 시스템에 대한 투자 확대 필요
2020	김동근 외	포스트 코로나 시대, 감염병 대응형 도시계획 방향, 국토이슈리포트 제17호	제조업 생산 어려움, 해외 수출 어려움 산업단지계획 변화, 개별입지공장 수요 재택근무, 재량근무, 격일근무 업무시설 면적수요의 변화

연도	저자	논문명	내용	
			화상회의 실업을 증가, 소득 감소	공유오피스, 공유회의실 수요 증가 지방 소도시 등 지역의 쇠퇴
2021	유현준	공간의 미래	· 재택근무와 출근근무의 중간 지점으로서 거점 위성 오피스가 등장할 것 · 몇몇 대기업의 헤드쿼터를 없애고, 지역마다 위성 오피스를 두어 출퇴근 시간을 15분 이내로 만들려는 시도 · 업무의 형태는 4가지로 나뉠 것 : 거대조직이 한 건물에서 근무 / 거대조직이 여러 거점오피스에서 근무 / 소규모조직이 한 건물에서 근무 / 완전 재택근무 · 현대카드처럼 자율좌석제가 몇몇 기업에서 도입되고 있지만, 실상 불편하다는 의견이 많음	
2021	Wework	The future of work is hybrid	· Workplace Intelligence와 wework에서 1천명 대상으로 설문조사 실행 ·従業원의 64%는 오피스 공간 사용에 비용을 지불할 의향이 있고, 75%는 업무환경을 직접 선택할수만 있다면 복리후생이나 복지혜택을 1가지 이상 포기할 수 있다고 응답 · 최고경영진의 79%는 직원들이 기업오피스와 원격근무를 병행하도록 허용할 계획이라고 응답, 76%는 재택근무나 코워킹-스페이스 근무에 대한 수당을 지불할 의향이 있다고 응답	
2020	방송휘	미래주거트랜드, 생애주기별 주택수요분석을 통한 신상품 개발 및 제도개선	· 최근 회의실, 카페테리아 등을 함께 사용하는 '공유오피스'의 확대는 코로나 19 대유행 이후에도 예전 수준으로 회복되기 어려울 것 · 재택근무가 일반적인 근무방식이 될 경우 스타트업 기업 또한 높은 비용을 감당하며 공유오피스를 이용할 유인이 감소되어, 향후 사무실이라는 개념이 다시 정립될 것	

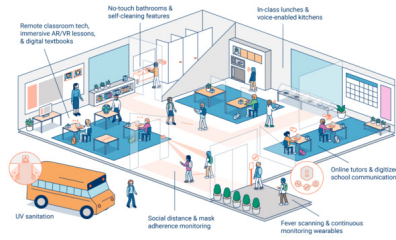
□ 업무공간의 밀도관리 필요

우리나라는 1인당 업무 공간 점유면적이 2~3평 내외로, 아시아 주요국가에 비해 업무공간의 밀도가 높은 편이다. 현재에는 업무의 전문화, 개인화, 그리고 팬데믹의 장기화 등과 함께 재택근무 및 공유오피스 사용률이 증가하고 있으며 대규모 비즈니스 오피스가 아닌, 생활권 내 거점 위성 오피스가 등장하고 있어, 업무공간의 밀도가 새롭게 정의되고 관리가 이루어져야 할 것이다.



〈스마트오피스 예시(SKT)〉

출처: 강일용(2019).



〈포스트 코로나 학교/업무의 모습〉

출처: CBInsights(2020).

[그림 2-26] 스마트오피스와 학교의 모습

□ 업무형태 변화로 인한 물리적 공간 활용 재검토

코로나-19로 인한 직장 폐쇄와 재택근무 등의 영향으로, 작년 대비 강남권 오피스 공실률이 증가하였다. 특히, 서울 주요 비즈니스권역 오피스의 공실률 증가가 예측된다. 일부 기업들은 재택근무 및 위성 오피스를 적극 활용하는 추세이며, 물리적 공간에서 발생하는 제약점들을 고려하여 공간 활용 방안에 대해 재검토할 필요가 있다.



〈재택 및 원격근무 활용의 제약 요소〉

출처: CBRE(2020). p.19.

거점 위성오피스 등장

출처: CBRE(2020). p.29.

[그림 2-27] 재택원격근무 활용 제약요소와 거점 위성오피스

3) 오픈스페이스 및 네트워크 공간

(1) 공원·녹지 공간

COVID-19의 영향으로, 시민의 도시 내 공원, 녹지 이용은 급격하게 증가하였으며, 향후 도시의 지속가능성, 회복 탄력성 측면에서도 공원, 녹지, 오픈스페이스와 더불어 작은 공원(소공원)의 중요성은 더욱 커질 것으로 예측된다. 이러한 도시 내 공원, 녹지 계획에서 가장 중요한 사항은 공원과의 접근성으로, 도시 내 어디서

든 근거리(500m) 내 공원이 입지하도록 도시계획에 반영되어야 할 필요성이 있다.

그러나 한정된 도시 토지 특성 상, 접근성 높은 공원 조성을 위한 가장 효과적인 공원 형태는 선형공원으로 보인다. 선형공원의 형태적 특성에 따른 잠재력은 뉴욕 하이라인파크, 서울의 경의선 숲길 등에서 증명된 바 있다.

따라서 향후 미래 도시 공간 내 선형공원 및 녹지를 중심으로 한 도시공간 계획 차원에서 필요 요소를 도출하고 공원녹지에 대한 변화 예측이 필요하다.

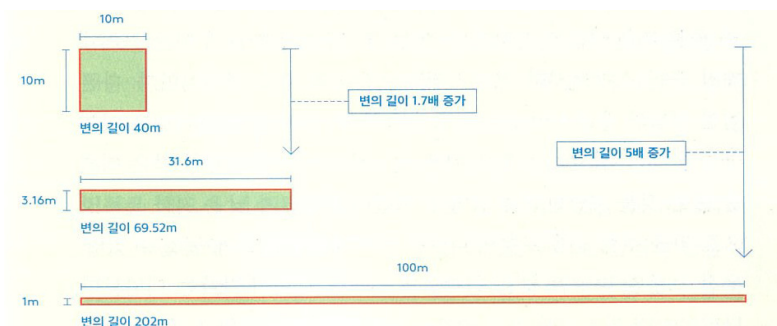
[표 2-12] 공원·녹지 공간 변화 관련 문헌 검토

연도	저자	논문명	내용
2020	Zander S Venter et al.	Urban nature in a time of crisis: recreational use of green space increases during the COVID-19 outbreak in Oslo, Norway	· Covid-19 사태 이후 노르웨이 오슬로는 부분적 도시 폐쇄와 사회적 거리두기를 시행하면서 시민 이동 패턴에 상당한 변화를 가져옴 · 본 연구는 이러한 이동패턴 변화를 모바일 추적 데이터를 활용해 조망하는 연구로, Covid-19 사태 이후 야외 레크레이션 활동은 평균 3년 대비 291% 증가한 것으로 추정 · 이를 통해 공원 등 녹지가 사회적 거리두기를 촉진하고 간접적으로 전염병 확산을 완화시켰음을 시사 · 향후 회복탄력성 있는 도시공간 구축을 위해 도시 내 녹지 확보의 중요성을 강조
2020	Qi Liu et al.	Categorization of green spaces for a sustainable environment and smart city architecture by utilizing big data	· 중국 Shanghai 시의 공원을 대상으로 시민들의 소셜미디어 체크인 데이터를 활용해 공원 방문 횟수를 측정, 비교한 연구 · 소규모 근린공원의 방문강도가 타 유형의 공원에 비해 높은 것으로 나타남 · 본 연구를 통해 도시녹지공간계획 과정에서 소규모 근린공원의 중요성을 확인하고, 접근성 높고, 잘 정비된, 작은 녹지공간을 도시공원 시스템에 반영할 필요성을 확인
2020	Christopher Rodgers	Nourishing and protecting our urban 'green' space in a post-pandemic world	· COVID-19와 같은 전염병 확산에 따른 각종 시설 폐쇄는 공원과 개방된 운동시설 접근성의 중요성을 확인할 수 있는 계기가 됨 · 도시 내 녹지, 오픈스페이스 유지관리의 중요성과 함께 신규 택지 개발 시 녹지 등의 그린 오픈스페이스를 보다 더 많이 조성할 필요성을 시사
2017	Feng Liet al.	Planning green space in Adelaide city: enlightenment from green space system planning of Fuzhou city (2015-2020)	· 호주 Adelaide 시의 녹지공간 계획 수립 과정에서 중국 Fuzhou 시의 녹지공간 계획의 시사점을 도출한 연구 · 더 많은 녹지공간과균형 잡힌 녹지 공간 시스템의 중요성과, 녹지공간을 사람과 가깝게 설계하기 위한 녹지공간 계획의 중요성을 강조

연도	저자	논문명	내용
2014	박근현 외	선형공원 조성을 통한 사람 중심의 도시 구현. 국토연구원	· 면형 공원과 달리 선형 공원은 시민의 접근성과 통행 네트워크 측면에서 도시공원녹지 네트워크 구축에 있어 중요한 요소 · 지역의 폐선로, 도로, 공공공지 등을 활용한 선형공원 확보의 필요성 강조
2013	김재철 외	선형공원의 기능성과 접근성에 관한 연구. 국토계획	· 선형공원이 가지는 형태적 특성과 잠재력을 정의하고, 이를 도시공간과의 근접성, 공원체험의 연속성으로 특징을 규정 · 선형공원의 조성을 통해 시민의 도시녹지 접근성을 확보함과 동시에 섬세한 공원 설계를 통해 효과적인 공원조성의 필요성을 강조

□ 선형공원의 개념 및 계획 사례

면형공원의 경우 공원에 접하는 면(변의 길이)이 상대적으로 적은 반면, 선형공원으로 조성 시 공원과 접하는 면이 늘어나게 되는 장점이 있다. 그리하여 이러한 선형공원 조성에 따른 직접적인 수혜를 입는 도시공간이 늘어나는 효과를 기대할 수 있다.

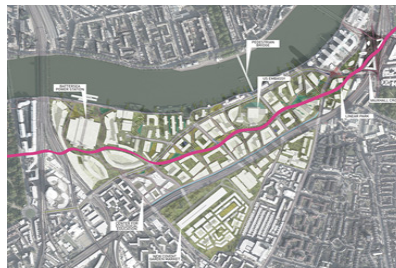


[그림 2-28] 변의 길이가 길어 공원에 접하는 면이 늘어나는 선형공원

출처: 유현준(2020), p.187.



칠레 Las Salinas 선형공원 계획사례
출처: SASAKI(n.d.).



영국 Nine Elms 선형공원 계획사례
출처: JESSICA JANZEN(2014).

[그림 2-29] 선형공원 계획 사례

칠레의 Las Salinas 선형공원과 영국의 Nine Elms 선형공원 계획사례에서 보는 바와 같이, 지역을 관통하는 green corridor 조성을 통해 녹지와 접하는 도시공간을 최대한 연장한 모습으로 선형공원이 조성되고 있다.

(2) 가로와 터널 등 네트워크 공간

메가트렌드 관점에서 이용자의 통행 패턴은 근거리 통행의 증가와 함께 대중교통 거점을 통한 활동이 증가하는 방향으로 전환될 것이다. 이에 따라, 승용차에 대한 이용은 지속적으로 감소할 것으로 예측된다. 반면, 코로나 19 상황에 따라 근거리 통행의 증가는 현실화 되었지만, 사회적 거리두기로 인해 대중교통의 이용은 급감하고 자가용 이용은 증가하는 추세가 나타나고 있기도 하다.

서울 따릉이(공유자전거)의 경우 코로나 19 발생 이전인 2019년 동월(1~4월) 대비 코로나 19 발생 이후인 2020년 약 57%가 증가하였으며, 나눔카(공유차)의 경우에는 무려 125~127% 이용자가 증가하였다. 그리하여 근거리 통행은 보편적으로 보행, PM, 자전거 등으로 이뤄진다는 점을 고려해 볼 때, 미래 도시공간의 가로환경 계획 요소로서 이들을 충분히 반영할 필요가 있다. 또한, 장기적으로 대중교통 중심의 통행패턴으로 전환을 위해 개인 위생을 고려한 대중교통 환경 조성과 더불어 TOD 중심의 도시계획기조를 유지해야 할 것이다.

부가적으로, 코로나 19 이후 택배화물의 물동량도 급증하고 있으며, 이러한 추세는 지속적으로 유지될 것으로 예측됨에 따라 택배화물 전용 서비스 도로를 예측하여 미래 도시공간을 조성해야 할 것이다.

[표 2-13] 네트워크 공간 변화 관련 문헌 검토

연도	저자	논문명	내용
2020	원제무	Covid-19 이후 통행패턴 변화와 도시교통체계 대응방안	· 코로나 19 이후 시민들의 통행패턴 변화를 정리 - 전염 방지를 위한 사회적 거리두기의 일환으로 대중교통 승객 감소 - 재택근무 등의 확대, 시간선택제 확대 등으로 인하여 출퇴근시간 통근자의 대중교통 수요 감소 - 전염에 대한 개인적 방어 행동으로 인한 자가 승용차 이용이 증가 - 공유 모빌리티이용량 증가 - 근거리 대중교통 이용량이 줄어들면서 보행 교통량이 증가 - 자전거 및 소형 이동 수단(PM) 이용이 확대 - 온라인 배송 등의 증가로 물류 수요가 증가 - 주말 간선도로 승용차 통행량이 급증

연도	저자	논문명	내용
			· 이러한 변화에 따라 향후 도시교통 정책 방향은 IoT, AI 등과 결합한 스마트시티로 교통환경의 지능화를 강조
2020	김동근 외	포스트 코로나 시대, 감염병 대응형 도시계획 방향	· 코로나 19 시기 대중교통 전 부문에서 큰 감소폭으로 나타났고, 대중교통 이용률은 감소한 반면 자가용 이용률은 증가 · 이는 불특정 다수가 밀집한 공간을 기피하는 대중성향이 반영된 것으로 분석
2021	이태형 외	2021 물류산업 전망	· 코로나 19 시기에 생활물류서비스인 택배화물의 물동량은 급격히 증가하였으며, 지금의 증가한 택배화물 물동량은 그 증가세가 지속될 것으로 전망
2012	박지영 외	미래 인간이동행태 분석을 위한 기초연구	· 설문과 메가트랜드 리서치를 통한 미래 이동행태 변화를 조사한 연구로, 거주지 인근 활동 증가, 대중교통거점 활동 증가, 승용차 보유율 감소 등을 미래 이동행태로 예측
2020	장원재 외	미래 교통수단과 서비스의 등장에 따른 교통시설 혁신방안	· 미래교통수단 도입에 따른 도시공간 변화 사항을 정리한 연구로, 전용공간의 분리, 고밀지역 자율주행 대중교통 중심 교통체계 등을 제시
2020	조혜림 외	코로나 19로 인한 서울 통행변화 분석 및 미래 대응방안	· 감염병 발생에 따른 교통수단의 선호와 수단별 이용패턴의 변화, 대체교통수단으로서 공유교통의 가능성을 확인하는 연구로, 개인 위생을 고려한 대중교통 시설 확충과 PM 을 고려한 도로구조 개편 도입의 필요성을 강조

□ PM, 자율주행차량 도입 등에 따른 가로변화 예측

PM, 자율주행차량 도입 등에 따른 가로변화를 상상해 볼 때, Google Side Walk labs에서 2019년에 제안한 'Toronto tomorrow' 계획안이 논의되어 볼 수 있다.

이 계획에서는 자전거, PM 전용 Lane의 신설을 통해 전통적인 가로환경과 차별화된 모습과 완전 자율주행차 상용화에 따른 전용차선 도입과 일반차량 통행 차선을 축소함으로써 보행공간을 새롭게 확보하는 모습을 제시하고 있다.

□ 물류 자율주행 로봇을 위한 지하터널

과거에는 상하수도, 전신주 등은 모두 지상에 설치하는 기반시설이었으나, 현재는 신도시 건설 등에 따라 모두 지하에 공동구로 통합하여 매립하여 설치하고 있다. 그리하여, 이러한 도시 기반시설들은 모두 지하에 매립하게 되고, 그 지상 공간은 새로운 기능의 공간으로 재편될 것으로 예측된다.

물류 운송 역시 주요한 도시 서비스 중 하나로, 이를 전용으로 운송하기 위한 지하 터널 도입에 대한 논의가 전문가들로부터 확산 중이다.



[그림 2-30] 구글 Sidewalk Labs에서 제안한 스마트시티의 가로 공간

출처: [divercitymag\(2018\)](#).



[그림 2-31] 구글 Sidewalk Labs에서 제안한 스마트시티의 물류 터널

출처: [ALEX BOZIKOVIC\(2017\)](#).

5. 소결

미래학자들의 도시공간 변화 관련 담론들과, 스마트도시 연구자들의 스마트 기술·서비스로 인한 준비와 변화, 그리고 스마트도시 최신 기술·서비스 동향과 도시공간별 변화에 대해 예측한 결과들을 정리하면 다음과 같다.

□ 도시공간구조 상의 변화 예측

- 스마트시티의 주거지역은 근린보다 작은 근린분구, 인보구 단위로 마이크로한 거점위성 업무공간과 교육공간의 혼합구조로 변화
- 15분 도시 개념 등 직주근접과 생활권 최소화
- 주차나 차량 공간을 보도나 테이블을 놓는 공간으로 전용
- 도시내 공기흐름, 온도제어가 가능한 도시구조, 공원배치
- 미래에는 접근성 제고를 위해 소규모 근린공원과 선형공원 및 녹지를 중심으로 한 도시공간 계획 수립

□ 모빌리티와 교통 인프라의 변화 예측

- 자율주행기술을 활용한 다양한 이동성이 중요해지는 사회
- 보행, 자전거, 등 탄소 제로 대중교통 모드로 전환
- 자전거 고속도로 등 자전거도로 확충을 위해 자동차도로 전용 등 도로 공간 개조
- Air Taxi 등 도심 공중 교통운용체계 마련
- 자율주행차와 스마트 인프라 도입을 통해 개별 차량 중심의 도로공간에서 보행 중심의 가로환경으로 변화
- PM을 고려한 가로공간 구조
- UAM 필수 인프라: Vertiport, Maintenance, 충전소 / 고려사항: Operation Environment, Temporary Flight Restriction, Actively Controlled Airspace
- Vertiport 입지는 기존 고속도로 등 일정소음이 있는 인프라와 인접시켜 UAM 소음 문제소지를 줄이고, 저고도 공역 확보 가능
- Vertiport(대형 착륙지로 여러개의 Vertistop으로 구성)와 Vertistop(단일 이착륙 지점)

- 도심 내 건물식 주차장 꼭대기 층을 PAV 이착륙 시설로 개조
- 도심 내 높은 건물들 사이로 PAV가 날아다닐 때 발생할 수 있는 재산권과 사생활 침해 이슈 등
- 물류시스템을 터널화-지하화 함으로써 지상을 보행 중심으로 재편

□ 주거, 상업, 업무 건축물의 변화 예측

- 탄소중립과 기후회복력에 도움이 되도록 건물 개조
- 인구 및 가구 구조 변화에 대응하는 유연한 건축 평면 구조
- 건물은 IoT를 통한 자동화 및 스마트화
- 온라인 회의, 재택근무, 식품 배송, 바이러스 전파를 완화시키는 자동식 문 개폐, 장애인들에게 선호되는 기술
- 주거공간의 평면적 확장, 1인 가구 증가, 주거공간의 복합화 등 변화로 최소주거기준, 용도별 방의 개수 등 주거기준 변경 필요
- 상업공간 수요 감소로 소매 상업공간 필요면적 변화

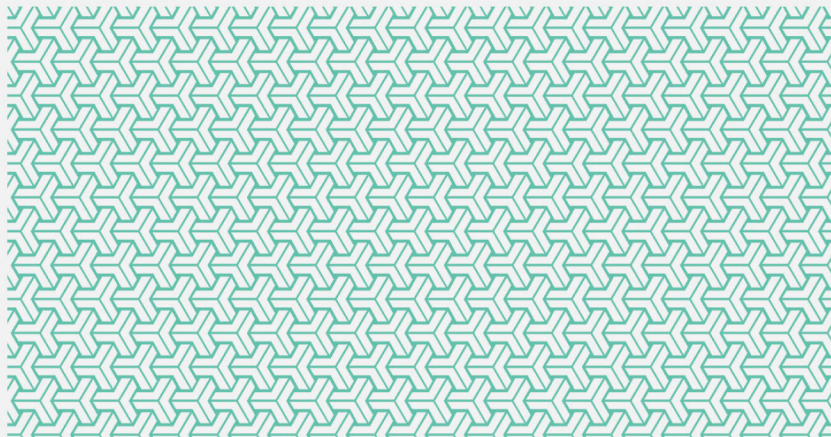
□ 에너지 등 기타 도시 인프라의 변화 예측

- 신재생에너지원 등 탄소중립 에너지 공급 방식 구현
- 지능형 가로등 및 기타 도시 서비스를 위한 캐노피 네트워크 설치

□ 도시정보 체계 변화 예측

- 분산된 데이터를 통합적으로 관리 운영하는 체계 구축 및 데이터 연계·공유를 위한 표준화
- 도시의 모든 인프라가 IoT와 결합하여 데이터를 수집하고 전면 자동화가 실현 될 것

제3장 스마트 기술·서비스가 접목된 공간계획 조사·분석



1. 공간기반 스마트 기술·서비스 조사
2. 스마트도시 요소로서 미래 건축의 변화
3. 스마트도시 공간계획 사례 분석
4. 소결

1. 공간기반 스마트 기술·서비스 조사

1) 모빌리티 부문

(1) 자율주행 셔틀

스마트도시의 통합 모빌리티 어플리케이션 등을 통해 자율주행차를 예약하고 배치된 차량에 탑승해 목적지까지 이동하는 서비스이다. 서비스 도입 초기에는 시민의 통행이 일정하고 패턴화 가능한 근린단위 생활권 내 통행을 중심으로 운영을 계획한다.

기술 안정화 단계까지는 자율주행 차량 내부에 운전자가 승차한 상태로 서비스를 제공하며, 기술 발전에 따라 무인 자율주행셔틀 서비스를 제공할 것이다. 본 서비스와 관련한 사례로는 미국 에리조나 주 피닉스 지역에서 구글이 운영하는 'Waymo'(무인 자율주행 택시 서비스)가 있다.

이러한 자율주행차 서비스는 스마트도시 내 가로 공간에서 차로, 정류장 등의 배치와 설치를 위한 고려가 요구된다.

(2) 수소차 충전소

스마트도시의 물류와 교통을 담당하는 상용차뿐만 아니라 승용차의 수소전기차의 편리한 충전환경을 제공하기 위하여 설치하는 충전 인프라이다. 도시 내 공공 유희부지를 우선적으로 활용하여 충전소를 설치하며, 도시가스과 유사한 시스템의 수소 에너지 공급 인프라 구축 단계에 발 맞춰 대규모 공원, 공공시설 등의 부지를 활용해 어디서나 편리한 수소 충전환경을 제공한다.

현재 독일은 2030년까지 수소전기차 180만 대와 수소충전소 1,000개소를 보급하겠다는 계획을 밝히고 '마인츠 에너지 파크' 등 과 같은 수소 충전 인프라 확충에 지속적인 투자를 진행하고 있다.

수소 충전소와, 이에 더하여 연료전지 발전소의 도심 내 설치를 위해서는 주거 공간과의 이격거리와 적정 입지 등이 고려되어야 한다.



[그림 3-1] 독일 마인츠의 에너지 파크

출처: 김도년(2017).

(3) 메가스테이션(전기차 충전소)

스마트도시 시민들의 전기차 충전 환경 접근성을 높여 시민들의 인식개선을 통한 전기차 등의 보급 확산을 유도하고, 종합적이며 편리한 충전환경을 제공하는 인프라이다. 시민들이 자주 이용하는 도시 외곽의 마트, 경기장 등 다중이용시설을 대상으로 상업복합 메가스테이션 시설을 조성해 일시에 다량의 전기차 급·완속 충전이 모두 가능한 대규모 충전환경을 제공한다.

대표적인 메가스테이션 사례로는 독일의 A8 고속도로에 지어지고 있는 ‘이노베이션 파크’가 있고, 완공 시 144기의 충전 설비를 갖춰 하루에 4,000대의 차량을 충전할 수 있는 충전소이다.



[그림 3-2] 이노베이션파크

출처: 현대(n.d.).

(4) 차량 공유 시설

시민이 자동차를 소유하지 않아도 필요할 때 자동차와 승차 서비스를 공유해주는 서비스이다. 이를 통해 스마트도시 거주민이 차량을 소유하지 않아도 소유차 수준의 편의성과 이동성을 제공하는 것을 목표로 한다.

특히 소비패턴이 소유에서 공유로 자동차 패러다임이 변하고 있다는 점에 주목하여, 차량공유 서비스를 보다 적극적으로 도입할 경우 소유차량 감소를 통해 도로 혼잡도 및 도시 내 대기환경 오염 개선까지 기대할 수 있다.

도심 내 도로 공간에서 차량 공유를 위해서는 공유스테이션 등 모빌리티 환승 공간이 별도로 구획되어야 할 필요가 있다.

(5) 스마트 파킹

스마트도시 내 공공·민간 주차장을 통합 관리하고 스마트 주차 서비스를 통해 운전자에게 신속하고 편리한 주차환경을 제공하는 스마트파킹 서비스는 P2P 주차 공간 공유서비스를 기반으로 도시 내 불법주정차 및 주차를 위한 배회주행 거리를 감소시키는 서비스이다.

서비스 도입 초기에는 공공 운영 주차장을 우선적으로 적용 운영하며, 민간과 협의를 통해 민간 주차장도 추후 적용하는 방향으로 계획한다.

(6) 로봇 발렛파킹

스마트도시의 안정적인 주차환경 조성 및 주차 편의 증진을 위해 주차장 내 로봇을 활용한 주차 자동화 서비스를 제공하는 로봇 발렛파킹은 주차장 내 차량 진입 신호에 따른 최적 주차공간을 자동 검색하며, 자율주행 주차로봇이 주차할 공간의 위치에 차량을 위치시키는 서비스이다.



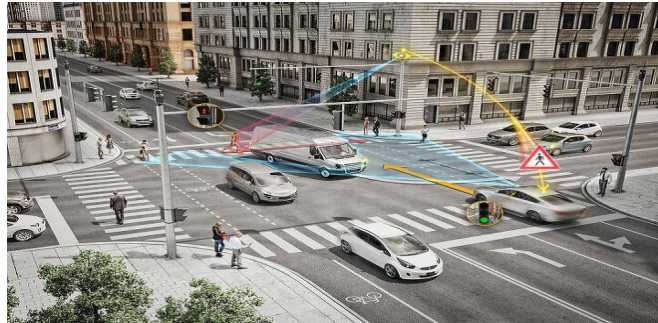
[그림 3-3] 나르카 주차로봇 서비스 사례

출처: 염지현(2020).

(7) 스마트 신호등

스마트도시 내 도로의 교통상황을 인지하고, 스마트 신호등을 통해 해당 도로의 교통량을 실시간으로 감지해 교통체증을 최소화하는 서비스를 제공한다.

특히 통행 차량 뿐만 아니라, 횡단보도 주변의 보행자의 움직임을 인식하여 교통 흐름의 개선과 더불어 보행자의 안전성 증진을 기대 할 수 있다.



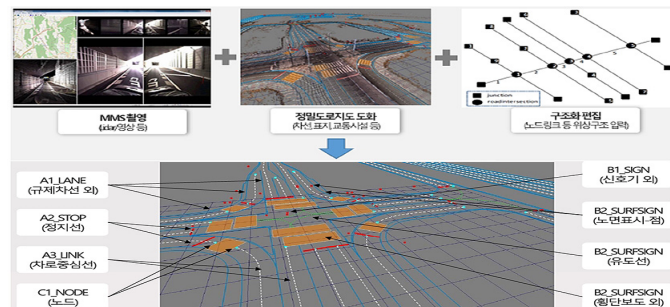
[그림 3-4] 스마트 신호등 사례: NoTraffic

출처: 홍성호(2020).

(8) 스마트 도로

스마트도시의 안전한 자율주행환경 조성을 위해 자율주행 단독주행 한계를 극복 할 수 있는 자율협력주행 도로시스템을 포괄하는 스마트 도로는 자율주행 차량 과 도로 인프라가 서로 정보를 실시간으로 교환할 수 있는 도로환경을 구축하는 것이 핵심이다.

이를 위해 스마트도시 내 모든 도로의 정밀 도로지도를 구축하고 실시간으로 갱 신해야 하며, 5G 통신기술과 연계해 해당 도로데이터를 자율주행 차량과 공유할 수 있도록 한다.



[그림 3-5] 행복도시 자율주행 정밀도로지도

출처: 박현진(2020).

(9) 스마트 횡단보도

스마트도시 내 도로 횡단 간에 보행자가 안전하게 이동할 수 있도록 안내 및 감지 등의 기능을 수행하는 스마트 횡단보도는 보행자에게 횡단보도 신호정보에 대한 입체적 전파와 도로 위 차량의 신호 준수를 유도하는데 목적을 둔다.

특히 스마트 횡단보도에 대한 시민 만족도는 높은 편으로, 도시 내 유동인구가 밀집한 지역을 우선적으로 설치하되 장기적으로 도시 전역의 스마트 횡단보도화를 계획한다.

스마트횡단보도는 보행신호 상황별 음성 안내, LED 바닥 신호등, IoT 기반 과속 방지시스템 등과 연계하여 설치한다.



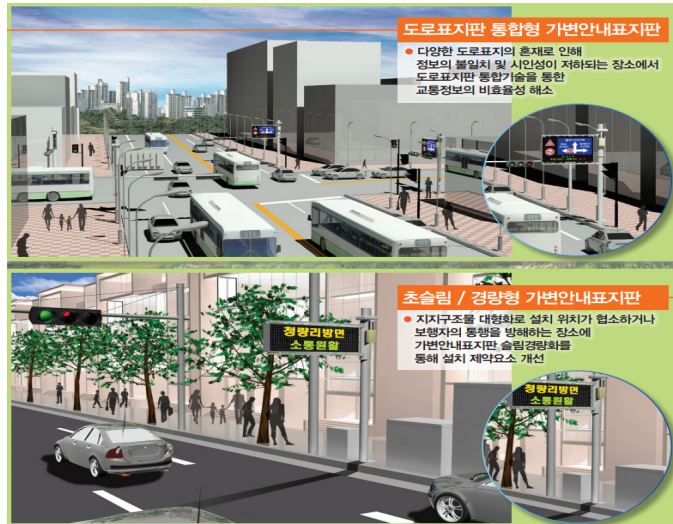
[그림 3-6] 스마트횡단보도의 개념

출처: 스마트서울 포털(n.d.).

(10) 스마트 노면정보(표지판)

도로를 주행하는 운전자에게 보다 효과적인 도로 노면의 정보 전달을 돕는 스마트 노면정보표시는 도로의 첨단화와 도시 내 교통사고 감소 및 도로 주행안전성 확보를 목적으로 하는 서비스이다.

특히 스마트도시의 안전한 주행 및 보행환경 조성을 위해 우선적으로 통행량 밀집 지역을 대상으로 설치하며, 장기적으로 도시 전역에 적용을 목표로 한다. 이와 더불어 본 서비스를 통해 도로 상황 감지 수단 확보 등을 기대할 수 있다.



[그림 3-7] 스마트 노면정보표시의 개념

출처: 스마트서울 포털(n.d.).

(11) 스마트 쉼터

스마트도시 시민의 교통 복지와 선제적인 미래교통 체계 도입에 대응하기 위한 첨단 정류소인 스마트 쉼터는 버스 자동정차 시스템, 공기청정기, UV 에어커튼, CCTV, 냉난방기, 와이파이 등 각종 편의시설과 태양광발전시스템 등 에너지 설비가 복합 설치된 미래형 버스 정류소이다.

본 서비스는 버스 승하차가 많은 지역에 우선적으로 설치공급을 계획한다. 이를 통해 버스 대기 간에 노출되는 폭염, 혹한, 미세먼지 등으로부터 안전한 교통 환경을 제공한다. 이러한 스마트 쉼터는 태양광 발전의 효율 제고를 위해 음영이 없는 개방된 공간에 설치되어야 한다.



[그림 3-8] 스마트 쉼터 조감도

출처: 서울시(2020).

(12) MaaS

모빌리티 분야에서 소유가 아닌 공유의 개념이 익숙해지는 상황에서 ‘서비스로서의 이동수단’을 의미하는 MaaS는 스마트도시의 버스, 택시, 철도, 공유차 등 이동수단에 대한 정보를 통합하여 시민에게 최적의 경로를 제공하는 서비스이다.

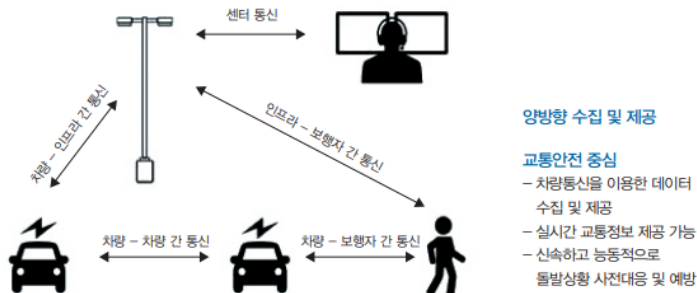
본 서비스의 대표적인 사례로는 핀란드의 Whim(웸)이 있으며, 모바일 앱을 통해 출발지와 목적지를 입력하면 트램, 버스, 택시, 렌터카, 오토바이, 공공자전거 등 모든 이동수단을 한데 엮어 최적의 이동경로를 제공한다.

(13) 스마트 교통정보

스마트 도시의 쾌적하고 안전한 교통환경 조성을 위해서는 도시 내 모든 도로에 대한 실시간 상황관제와 통신이 가능해야 한다. 스마트 교통정보 제공 서비스는 이를 위해 IoT 기반 스마트 도로 구축과 함께 V2X(Vehicle to Everything) 환경을 조성하여 도시교통의 안전과 효율을 향상시키는데 목적을 둔다.

현재 정부주도의 C-ITS 단말기 보급이 진행 중에 있으며, 이와 연계해 스마트도시 시스템과 융·복합하여 지역의 교통 환경 관리를 꾀할 수 있다.

이러한 스마트교통정보 서비스 제공을 위해서는 관제센터와 통신 인프라 등이 설치되어야 하며, 이러한 시설들에 대한 입지가 주요하게 고려될 수 있다.



[그림 3-9] 스마트 교통정보 수집 개념도

출처: 윤태관(2018). p.3.

(14) PM 스테이션

최근 PM 이용자의 급증으로 다양한 PM 공유 서비스 사업자가 서비스를 운영 중에 있다. 하지만 급격한 공유 PM의 증가로 인한 안전사고, 도로 통행 불편 등의 사회문제가 연일 발생하고 있는 실정이다. 따라서 스마트도시의 안전하고 효율적인 PM 공유 서비스 운용과 시민의 쾌적한 보행환경 조성을 위해 PM 스테이션

조성의 필요성이 대두되고 있다.

PM 공유 서비스 이용위치 데이터를 활용 시 PM 이용이 많은 지역을 대상으로 우선적으로 PM 스테이션을 공급하며, 장기적으로는 수요예측을 통해 스마트 도시 내 다양한 곳에 설치를 목표로 한다. 이러한 PM의 이동수단으로서의 기능과 타 이동수단 간 연계성을 위해 자동차도로와 보행자도로 사이 공간으로의 입지가 고려되어야 한다.



[그림 3-10] PM 스테이션 설치 예시

출처: Dash(n.d.).

(15) 드론 물류시스템

기존 물류 시스템이 안고 있는 고질적인 문제로 교통 혼잡, 안전 사고 등이 제기되고 있는 현 상황 속에서, 도시의 물류문제를 해소하기 위해 스마트도시에서는 드론을 활용한 물류시스템 도입을 계획하고 있다. 이를 통해 쾌적하고 신속한 물류환경 조성이 가능하다.

현재 정부는 디지털 물류 실증단지 조성을 계획하고 있으며, 이 중 드론을 활용한 배송 시스템 역시 포함되어 있다. 본 실증사업이 완료된 후 드론 물류시스템 서비스를 도입할 경우, 우선적으로 공공건물과 오피스텔을 대상으로 자율형 물류배송드론 서비스의 시행을 계획할 수 있으며, 장기적으로는 스마트 도시 전역에서의 도입을 모색해 볼 수 있다.

주거 또는 업무 공간을 대상으로 한 드론 물류 또는 택배를 위해서는 건물의 상층부 또는 발코니 등 외벽 공간에서의 드론 이착륙을 위한 시설이 마련되어야 한다.



[그림 3-11] 드론 물류시스템 운용을 위한 택배 드론

출처: 이한얼(2021).

(16) UAM 환경

스마트 도시의 보다 효율적이고 신속한 교통통행환경 구축을 위해서 도심항공 교통 도입에 대한 논의가 활성화 되고 있으며, 정부는 2025년 도심항공교통 상용화를 위한 민관합동 실증사업인 'K-UAM 그랜드 챌린지' 사업 테스트베드를 선정한 바 있다.

이러한 논의를 바탕으로 스마트도시 내 UAM의 원활한 도입을 위해 도시 공간 내 UAM 포트 입지설정 및 도시공역 관리 체계 등에 대한 점진적인 계획이 필요하다.

2) 환경·에너지 부문

(1) 스마트그리드 기반 에너지관리

도시전체에 대한 에너지 그리드 연결로 '에너지 생산·거래·소비'가 통합적으로 관리·운영되는 스마트 제로에너지시티를 조성한다. 도시 내 일부 구역(공동주택 또는 단독주택)을 대상으로 에너지거래 수요반응(DR) 등의 시범사업 추진하여 에너지거래사업, 소규모 분산전원 활성화를 위한 잉여에너지(전력)의 판매 및 소규모 전력 중개사업도 가능한 도시형 E-프로슈머 도입 등의 기술서비스이다.

(2) 마이크로그리드

마이크로그리드는 소규모 지역에서의 스마트그리드 시스템으로, 전력공급자와 소비자 간 양방향 커뮤니케이션 등을 통해 전력사용 및 효율 극대화, 에너지 활용도 제고, 전력사용 현황 실시간 파악 및 에너지 거래 기반을 구축할 수 있는 기술 서비스이다.



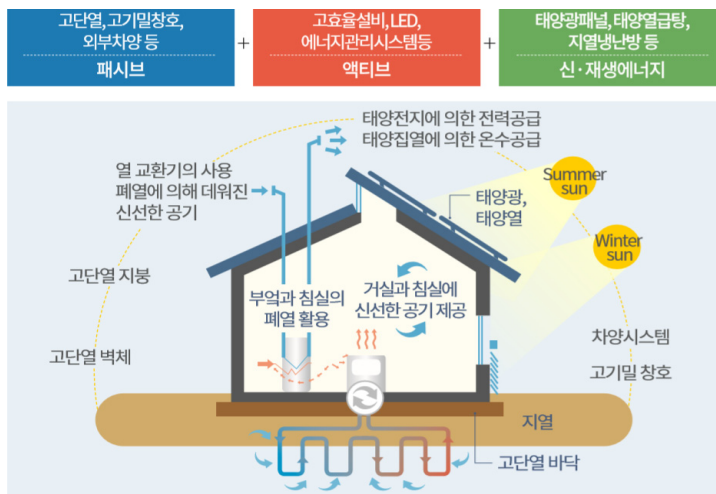
[그림 3-13] 부산시 미세먼지클린 스마트시티 조성 개념도

출처: 정창교(2018).

(5) 제로에너지 건축물

단열성능을 극대화하여 건축물의 에너지 부하를 최소화하고(패시브) 태양광 등 신·재생에너지를 활용(액티브)하여 건물 기능을 위한 에너지소요량을 최소화하는 건축물이다.

지구단위계획에서 공공건축물 의무적용, 상업·업무용의 인센티브 등을 적용하고, 도시 내 건축물에 대한 '제로에너지건축물인증(ZEB)'를 도입·확산하여 저에너지 도시를 조성한다. 일부 단독 및 공동주택을 '제로에너지 주택단지'로 지정하여 시민들이 자발적으로 참여하는 신에너지 주거환경을 조성한다.



[그림 3-14] 제로에너지건축물의 개념

출처: 한국에너지공단(n.d.).

(6) 스마트팜

기후변화, 스마트 도시 및 힐링 문화의 확산 등 환경변화에 대응한 혁신적 안전식품 서비스로서, 생산에 초점을 맞춘 식물 공장형 스마트팜과 커뮤니티에 초점을 맞춘 주민 참여형 스마트팜을 운영한다.

이를 위해 스마트팜에 적합한 작물 분석 및 실내·외 커뮤니티 공간 및 전이공간을 포함한 스마트 팜 공간 구조 및 설비·자재 프로토타입 개발이 필요하며, 도시 곳곳에 포켓공원이 있고 노천극장처럼 활용할 수 있는 공간조성 방안을 도출할 필요가 있다.

(7) 지열 에너지

지열에너지는 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 이용하여 냉·난방에 활용하는 기술이다. 태양열의 약 47%가 지표면을 통해 지하에 저장되며, 이렇게 태양열을 흡수한 땅속의 온도는 지형에 따라 다르지만 지표면 가까운 땅속의 온도는 개략 10℃~20℃ 정도 유지해 열펌프를 이용하는 냉난방시스템에 이용된다. 우리나라 일부지역의 심부(지중 1~2 km) 지중온도는 80℃ 정도로서 직접 냉난방에 이용 가능하다.



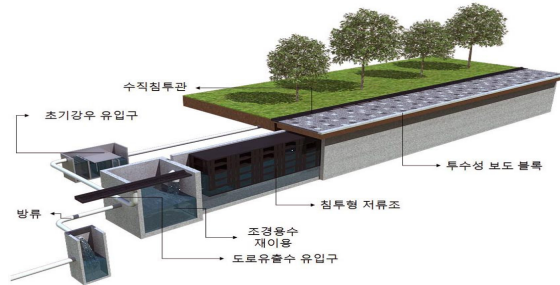
[그림 3-15] 영동고속도로 덕평복합휴게소 지열에너지 사례

출처: 한국에너지공단 신재생에너지센터(n.d.).

(8) 침투 저류형 입체보도

도심지 내 도로와 보도 시설에 강우 유출 저감 관리 기능을 부여하고, 한국형 빗물정원을 조성하여 도시 지역의 빗물관리에 기여하는 시설 서비스이다. 크게 투수성 보도블록, 침투형 저류조, 수직 침투관 등 핵심 요소 기술로 구성되는 침투 저류형 입체보도 시스템은 설치지역에 내리는 강우는 투수성 보도블록을 통해 지하로 침투되며, 침투된 강우는 침투형 저류조로 유입된다.

침투형 저류조로 유입된 강우 유출수는 저류조의 침투 기능을 통해 지하 공간으로 침투되며, 침투되지 않은 저류수는 조경용수와 도로 청소용수로 활용이 가능하다. 이외에도 도시의 미기후 변화를 비롯해 침수 대응과 생태도시 조성을 위해 조경, 녹지, 공원 시설에 적용 가능한 한국형 생태저류(빗물정원)와 관련된 연구가 있다.



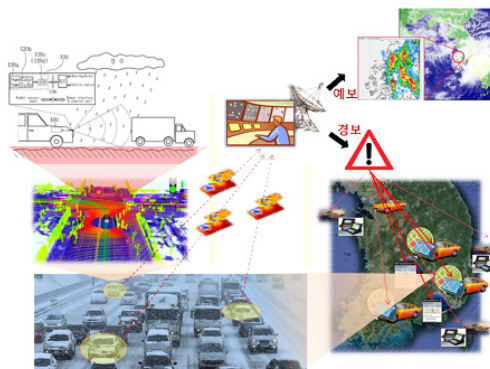
[그림 3-16] 침투저류형 입체보도 시스템 개요

출처: 오성덕(2016).

(9) 차량센서 기반 도로기상정보

기상요인에 의한 교통사고 감축을 위해 정확하고 세밀한 도로기상 관측이 중요하며, 개별 도로구역에 대한 세밀하고 정확한 정보를 제공해야할 필요가 있다. 레이더 센서를 활용한 차량 센서 기반 도로기상정보를 실측하여 안개, 눈, 비와 같은 기상 변화에 대한 감지 및 미기상정보의 신속성 및 정확성 제고, 정보의 공간적 범위를 확장한다.

차량레이더로부터 추출된 기상 정보들을 통합하여 GIS 상에 실시간으로 표출함으로써 사용자에게 직관적인 서비스를 제공한다.



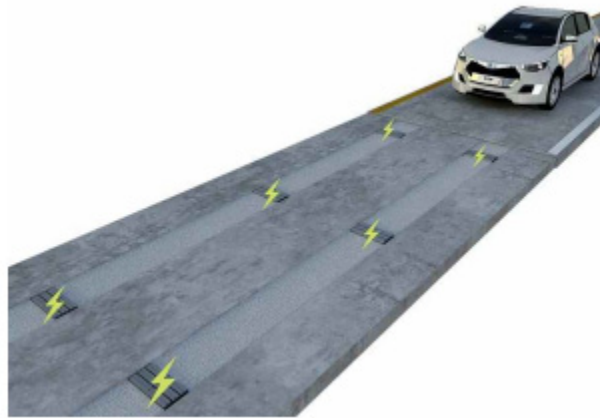
[그림 3-17] 차량센서 기반 도로기상정보 기술 개념도

출처: 임상훈 외(2016). p.3.

(10) 압전 도로기술

압전 도로기술은 도로를 주행하는 차량에서 발생하는 압력에너지를 전기로 전환시킬 수 있는 압전 소재를 이용하여 에너지를 생산하는 친환경 발전기술이다. 대표적인 압전 소재인 세라믹 계열의 PZT(lead zirconate titanate) 재료를 이용하여 압전 모듈을 생산하고, 이를 도로 포장체 내에 대량으로 시공 시 메가와트(Mega-Watt)급의 에너지를 생산할 수 있다는 개념이다.

자연에너지원으로부터 발생하는 에너지와 결합된 상호 보완형 하이브리드형 기술이 개발됨에 따라 에너지발전이라는 새로운 기능이 도로의 기본기능이 될 수 있음을 예측할 수 있다.



[그림 3-18] 압전 에너지 하베스팅 도로 개념도

출처: 남정희(2017). p.12.

(11) 융·복합 충전인프라

전기차·수소차 등 친환경차의 확대보급에 따라 도시 내 ‘언제 어디서나(Any time Any Where)’ 충전서비스가 가능한 친환경도시 조성을 위해 전기(수소) 자동차 도입을 위한 충전 인프라 구축·운영 및 환승주차장 등 공유자동차 인프라와 연계한 구축방안을 수립하여 모빌리티 충전인프라를 확대한다.

또한, 초급속 충전 설비(300kw 이상)에 대비한 전력망을 구축하고 충전방식 다양화를 통해 급속 충전은 별도 충전소를 이용하고, 완속충전은 이동용충전 및 (공공)주택에 충전 전용 콘센트 활용하도록 하는 인프라 시스템으로서의 기능과 역할을 한다.



[그림 3-19] 용·복합 충전소 상상도

출처: 장준영(2020).

(12) 지붕형 태양광

태양광 에너지는 햇빛을 직류 전기로 바꾸어 전력을 생산하는 발전 방법으로, 지붕형 태양광은 공동주택에 가장 일반적으로 적용되는 신재생에너지 발전원이다. 지붕이 심각하게 노후한 경우, 기존 지붕 위에 솔라 루프를 덧씌우는 리뉴얼 방식이 최근 사용되고 있으며, 산업단지 내 공장 지붕에 대한 활용도가 높아지고 있다. 지붕형 태양광 설치를 통해 도시 내 안정적인 신재생에너지 공급으로 분산 전원 활용여건 및 에너지 자립율을 제고한다.



[그림 3-20] 김해 산업단지 공장 지붕형 태양광 설비 전경

출처: 최덕환(2018).

(13) 태양광패널 자동쿨링시스템

수평방향으로 이동하면서 일정한 수압과 브러쉬를 이용하여 패널 표면을 청소하고 냉각시키는 시스템으로, 해당 시스템 위에 별도로 태양광 패널을 부착하여 발생하는 에너지를 배터리에 충전시켜두었다가 시스템을 작동시킬 수 있다.

시스템 제어부는 온도, 습도 등의 기상센서를 장착하여 설치 지점의 기상 정보를 수집할 수 있고, 다른 파트의 전력 공급 및 제어를 수행한다. 또한, CCTV와 열화상카메라를 설치하여 쿨링 & 클리닝 시스템의 실시간 모니터링이 가능하다.



[그림 3-21] 태양광패널 자동쿨링 시스템

출처: 솔라투데이(2013).

(14) 친환경 음식물의 자원화

공동주택 및 단독주택 단지에 음식물 자원화 바이오시스템을 도입하여 주거단지 내에 발생하는 음식물 쓰레기를 발효·소멸·처리하는 서비스이다. 음식물류 폐기물이 100% 순환 및 활용되는 자족형 단지 구현 및 거주민 만족도를 제고하는 서비스이다.

음식물 쓰레기를 옥외로 들고 나가지 않고 싱크대에서 바로 분쇄·배출하여 지하로 이송 자원화 하는 스마트리사이클 시스템 및 공동주택 내 친환경 부산물(퇴비)을 활용한 친환경 커뮤니티 기반의 단지를 구현한다.

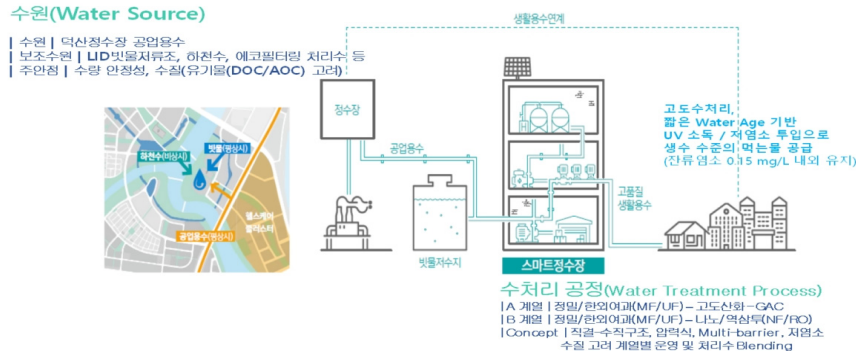


[그림 3-22] 세대형 음식물 제로화 스마트리사이클링 시스템 개념도

출처: 최규원(2017).

(15) 스마트 정수장

소규모의 빌딩형 수처리시설을 도심 내 소비자 가까이 배치하고 공업 용수 및 빗물 등 다수원을 활용하여 저 염소의 갓 만든 물을 수요자에게 공급하는 서비스이다. 소비자 가까이에서 첨단 수처리 기술이 도입된 빌딩형 정수시설 설치와 다수원 연계를 통한 생수 수준 수돗물의 안정적 생산 및 공급체계를 기술로 구현이 가능하다.



[그림 3-23] 스마트 정수체계 개념도

출처: 문보경(2019).

3) 안전 부문

(1) 지능형 CCTV

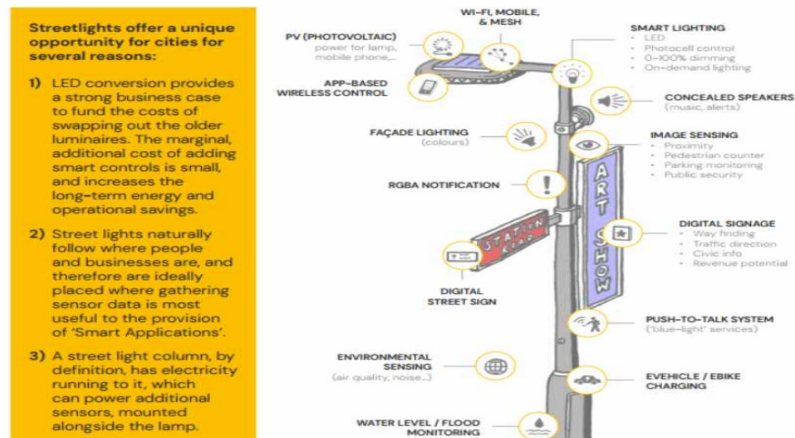
스마트 도시의 가로 공간, 시설 등에 설치해 실시간으로 사건사고 및 범죄에 대응할 수 있는 기초적 수단을 제공하는 서비스이다. 이를 통해 CCTV에 촬영된 객체를 보행자, 차량의 외형으로 인식해 구분하고, 이를 메타데이터 기반으로 객체의 속성을 식별, 감지할 수 있다.

시민의 안전뿐만 아니라 도시의 주요시설 등을 관리하는데 있어 효율성과 안전성을 높여주는 수단으로 안전한 도시환경을 조성하는데 기여한다.

(2) 스마트폴

가로등은 오랫동안 도시가 제공하는 기본적인 인프라로 도시를 더 안전하게 만드는데 핵심적인 서비스이다. 이에 더 나아가 다양한 도로시설물(신호등, 가로등, CCTV, 보안등)에 Wi-Fi, IoT, 지능형 CCTV 등 최선의 ICT 기술을 함께 적용한 스마트폴 서비스는 스마트도시를 보다 안전하고 시민생활이 편리한 도시환경을 구축하는데 기여한다.

서비스 도입을 위해 도시 내 인구 밀집 지역을 대상으로 선별하여 우선적으로 보급, 설치하며 장기적으로는 스마트도시 전역에 스마트폴 설치를 목표로 한다. 이러한 스마트폴은 원활한 정보 통신을 위해 천공이 개방된 도로 사거리나 보행자도로에 설치하는 것을 권장한다.



[그림 3-24] 스마트폴 개념도

출처: 이승하(2021), p.3.

(3) 사건·사고 비상대응시스템

많은 사람이 밀집해 거주하는 도시에서 발생하는 사건·사고에 대해 스마트 도시 차원에서의 사건·사고 비상대응시스템을 통해 보다 효율적이고 신속한 대응을 기대할 수 있다.

특히 시군별로 운영 중인 CCTV 통합관제센터 시스템, 교통정보센터, 소방청, 경찰청 등과의 유기적 연계를 통해 도시 공간 상에서 일어나는 사건사고에 입체적인 감지가 가능하다.

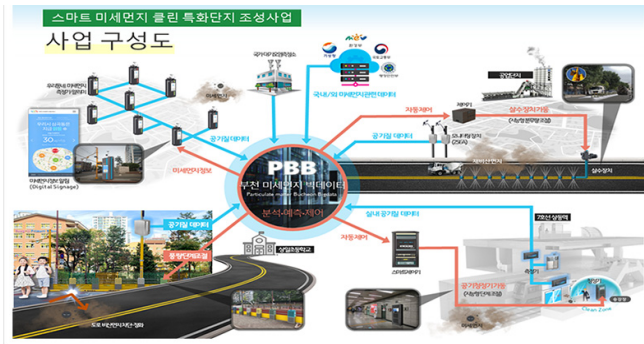


[그림 3-25] 사건사고비상대응시스템 개념도, 서울 성동구 사례

출처: 성동구 왕십리 Blinds Zero 스마트타운 챌린지 본 사업계획(안)(2020), p.19.

(4) 미세먼지 저감 서비스

대도시권 대기오염 등에 의해 심각해지는 도시 미세먼지 문제에 대한 선제적인 대응을 위한 수단으로서 미세먼지 저감 서비스는 스마트 도시 내 곳곳에 설치된 스마트폴 미세먼지 감지 센서와 AI기반 미세먼지 예측시스템을 활용해 미세먼지 발생 전후를 예측해 비상 알람, 분진흡입차 운영이 신속하게 진행될 수 있도록 지원하는 서비스이다.



[그림 3-26] 미세먼지저감서비스 개념도(경기 부천시 사례)

출처: 부천시(n.d.).

(5) 로봇 패트롤

스마트 도시의 안전한 도시환경 조성을 위해 도시 내 지정된 경로나 자율주행으로 패트롤 로봇이 주기적으로 순찰작업을 진행하는 로봇패트롤 서비스는 2021년부터 부산 등 스마트실증 사업이 진행 중에 있다. 이를 통해 경찰관 등이 순찰하기 어려운 사각지대를 선제적으로 발굴해 시민이 안전한 스마트도시 환경 조성에 기여할 것으로 기대한다.



[그림 3-27] 미국 HP사의 로봇패트롤 사례

출처: 우상조(2019).

(6) 보행자 안전 IoT

스마트 도시의 안전한 보행 환경 조성을 위해 도시 내 이면도로를 대상으로 보행자와 차량이 상호 인지하고, 사고 등의 위험을 완화시키는 서비스이다. 보행자 안전 IoT는 신호등이 없는 이면도로에 우선적으로 설치한다.

실시간 차량 속도를 측정·경고하고, 보행자에게 시각과 청각을 통한 입체적인 차량접근 경고 알람을 표시하고, 이를 통해 차량은 본 서비스로 주행 간에 보다 주의를 기울이도록 유도하며, 보행자 역시 사각지대의 차량통행을 감지할 수 있도록 한다.

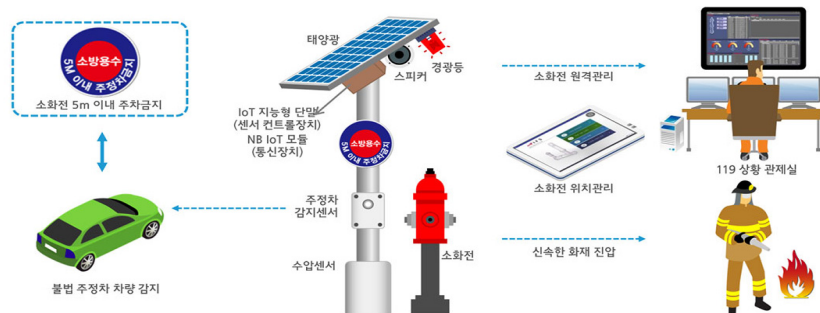


[그림 3-28] 보행자 안전 IoT 설치사례

출처: 스마트시티솔루션마켓(n.d.).

(7) 지능형 소화전

도시 내 다양한 시설과 공간에서는 다양한 원인에 의한 상시적인 화재 위험이 존재한다. 이에 지능형 소화전은 IoT기술을 활용해 화재 진압에 필수적인 소화전의 상태를 실시간 관리하고, 주변의 불법 주정차 방지 등을 통해 재난현장의 신속한 대응을 위한 소화전 관리 시스템이다. 특히 119 상황 관제실과 연계해 불량 소화전을 선제적으로 발굴, 관리함으로써 보다 효과적이고 체계적인 화재 안전 시스템 구축을 기대할 수 있다.

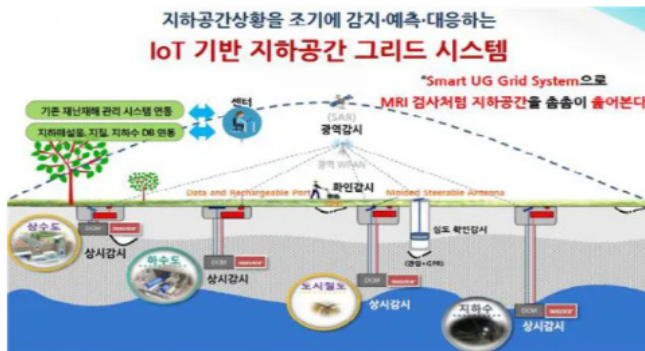


[그림 3-29] 지능형소화전 개념도

출처: NSID(n.d.).

(8) 지반 모니터링

도시가 고밀, 복합화 됨에 따라 초고층 건축물과 지하구조물의 수가 급격히 늘어나고 있으며, 이에 따라 지진 등의 재난 발생 시 위험을 최소화하기 위한 솔루션이 필요하다. 이러한 차원에서, 도심지 지반모니터링 서비스는 위성영상, 지반 IoT 센서 등을 활용해 지반침하량을 산출하고, 이에 따른 도심지 지반 취약지역을 선제적으로 발굴하는데 활용 가능하다.



[그림 3-30] 지반모니터링 개념도

출처: 이종섭(2015).

(9) 스마트 방음

도시 내 교통소음 등을 관리하기 위해 설치하는 기존의 방음벽은 소음을 물리적인 차원에서 차단하는데 주력한다. 반면, 스마트 방음은 물리적인 소음 차단과 함께 IoT 기반 소음센서를 활용해 상대적으로 소음이 더 큰 지점을 발굴하고, 해당 지점에서 사운드 스케이프 방식을 통해 보다 소음을 효과적으로 완화하는 서비스이다. 이와 함께 방음벽의 특성을 고려해 태양광 에너지 생산과 융합해 다기능 방음벽 등을 계획한다.



[그림 3-31] 스마트방음 설치 사례

출처: 김준래(2018).

(10) 스마트 스쿨존시스템

학교 인근 도로를 스쿨존으로 지정하는 것에서 더 나아가, 보다 실천적인 스쿨존 제도 운영과 안전한 통학로 조성을 목표로 하는 스마트 스쿨존시스템은 AI와 ICT 기술을 이용해 통과 차량의 사진과 번호를 실시간으로 LED 화면에 출력해 보여주는 서비스이다. 이를 통해 무심코 제한속도를 위반한 운전자에게 위험을 알리고, 보행자의 주의를 환기시켜 안전사고에 선제적인 대비를 기대할 수 있다.



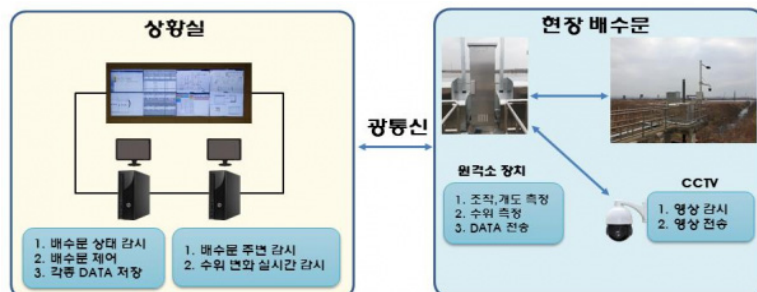
[그림 3-32] 스마트 스쿨존 시스템 설치 사례

출처: 스마트시티코리아(2020).

(11) 스마트 홍수통합관리시스템

이상기후 등에 따른 홍수 등의 재난재해의 빈도가 늘어나는 상황에서 체계적인 홍수 등의 재난에 대한 보다 통합적이고 효율적인 관리체계가 필요하다. 스마트 홍수통합관리시스템은 스마트도시 내 유역수위 관측시설을 보완하여 데이터의 신뢰도를 높이며, 이를 신속하게 인접 지자체와 공유할 수 있는 플랫폼이다.

이를 통해 유관부서의 홍수 분석시스템과 연계해 주요지점의 홍수예측 및 대응을 선제적으로 진행할 수 있다.

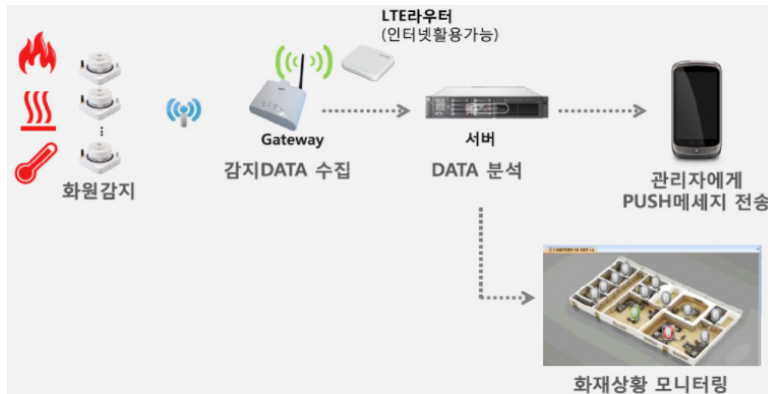


[그림 3-33] 스마트홍수통합관리시스템

출처: 스마트시티코리아(2021).

(12) 스마트 화재안전감지

도시 내 잠재적인 화재 위험을 낮추고, 만일 화재 발생 시 인한 조기 감지로 피해를 최소화 하는데 목적을 둔 서비스이다. 스마트 화재안전감지는 IoT 기반 다중 화원감지센서를 통해 도시 내 화재에 조기 대응할 수 있으며, 대형화재를 예방하는 스마트 솔루션을 제공한다. 본 서비스는 실시간으로 화재 징후를 파악해 관리자와 시민에게 화재상황을 신속하게 전파, 알람을 전송하는 기능을 수행한다.



[그림 3-34] 스마트 화재안전감지

출처: 스마트시티 솔루션마켓(n.d.).

(13) 스마트 시설물 모니터링

스마트 도시에 설치되는 교량, 도로, 철도 등의 다양한 도시 시설물의 효율적이고 안전한 관리를 위한 서비스이다. 스마트 시설물 모니터링은 디지털 트윈을 활용하여 스마트도시의 SOC에 부착된 센서와 결합하여 시설물의 사용성, 안전성, 성능, 수명예측 등을 산출할 수 있으며, 이를 토대로 도시의 안전성과 관리 효율을 극대화할 수 있다.



[그림 3-35] 스마트 시설물 모니터링

출처: 조근희(2020), p.35.

(14) 스마트도시 안전관리체계

스마트도시 안전관리체계는 천재지변, 화재, 치안 등과 관련한 사항까지 도시에 서 발생할 수 있는 모든 안전문제를 통합적으로 관리하고 대응할 수 있는 플랫폼 이다. 이 서비스를 통해 스마트도시에서 적용할 수 있는 안전 분야의 다양한 서비 스들을 종합해 관리체계를 일원화하고 이를 통해 보다 효율적인 도시안전 관리 가 가능할 것으로 기대된다.



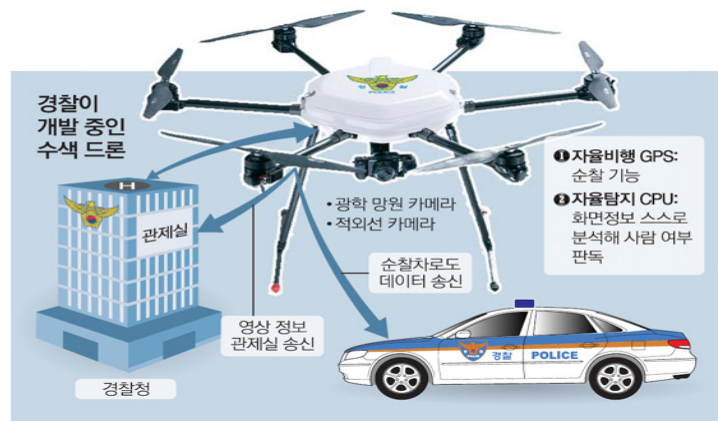
[그림 3-36] 스마트도시 안전관리체계

출처: 이석민 외(2020). p.15.

(15) 자율주행 감시형 드론

드론을 통해 각종 위험에 즉각적으로 대응하고 보안 사각지대를 살피는 자율주행 감시형 드론은 스마트도시의 순찰과 방역 등에 적극 활용될 수 있는 서비스이다.

특히 본 서비스는 경찰의 순찰력이 미치지 못하는 지역이나 비상상황에서 CCTV 를 보조할 수 있는 감시체계로, 국내의 경우 전주시, 인천 서구 등의 지역에서 이 와 관련한 서비스를 도입 예정이다.



[그림 3-37] 자율주행 감시형 드론 개념도

출처: 연규옥(2017).

4) 생활 부문

(1) 스마트 학교

창의적·비판적 사고를 증진시키는 쌍방향 토론, 개인 맞춤형 교육, 팀 과제, 예술 및 창작활동 등이 용이한 스마트학교(온라인+오프라인)를 조성함으로써 스마트 시티의 물리적 공간이 디지털 학습 콘텐츠와 연계되어 전체 도시가 학습 공간으로 활용될 수 있도록 하는 도시 기반의 스마트 학교 지원 AI 기반 플랫폼이다.

오프라인 학습공간 및 온라인 학교 플랫폼(토론공간, VR 실습 공간, 메이커스페이스, 커뮤니티 공간, 온라인 학교 플랫폼)을 제공한다.

(2) 스마트 에듀테크

인공지능을 통한 에세이 검토, 객관식 문제 채점 및 주관식 풀이과정 첨삭 등 교사의 평가분야 지원, 협업도구·저작도구·개발도구·교육용 솔루션 등 학생학습 활동 지원 및 IoT, 어플리케이션 등을 활용한 학교 관리 지원하는 서비스이다.

에듀테크 스타트업을 대상으로 그랜드 챌린지, 해커톤을 개최하여 학교 현장의 수요를 반영한 스타트업 에듀테크 제품 및 서비스를 Bottom-up 방식으로 제안·적용한다.



[그림 3-38] 스마트 에듀테크 선도교교의 수행과제

출처: 박근희(2020).

(3) 스마트 홈

스마트홈이란 “주거 환경에 정보기술(IT)을 융합하여 국민의 편의와 복지증진, 안전한 생활이 가능하도록 하는 인간 중심적인 스마트 라이프 환경”을 일컫는다. 스마트홈은 기존의 홈네트워크에서 제공하던 조명·가스·난방제어 등은 물론 무

센서가 내장된 냉장고·세탁기 등 가전기기 제어를 하나의 스마트폰 앱(App.)을 통해 통합 관리할 수 있다.

스마트홈의 영역은 스마트 TV & 홈엔터테인먼트, 스마트 융합가전(조명, 냉난방 포함), 스마트 홈시큐리티, 홈오토메이션, 스마트 그린홈 등이 있다.

(4) City App

한 번의 터치만으로 도시 안의 모든 시설이 예약되고 정보를 얻을 수 있는 어플리케이션으로, 도시 내 다양한 시설 정보 및 예약서비스 제공 및 AR을 활용한 흥미로운 증강서비스를 구현하는 서비스이다.

스마트시티 내 다양한 서비스를 시민들이 직접 체험할 수 있는 기회를 제공함으로써 혁신서비스에 대한 수용성을 높이고, 시설에 대한 정보·예약 서비스를 제공함으로써 불편함이 없는 시민지향적 서비스를 제공한다.



[그림 3-39] Amsterdam Innovation Tour App

출처: Amsterdam Smart City(2018).

(5) 스마트 쇼핑

매장 내 안내로봇, 자율주행카트, AR 피팅 등 스마트 쇼핑이 가능한 공간을 구현하여 사람들의 편리하고 효율적인 쇼핑을 도모하는 서비스로, 제한적인 경험에서 벗어나 최첨단 쇼핑기기를 통한 다양한 경험과 결제옵션 구축으로 쇼핑 편의성을 제고한다.

스마트 쇼핑몰 방문 시 입구 출입과 동시에 안내로봇이 안내하며, 자율주행 카트 및 AR 피팅을 통한 효율적인 쇼핑을 주도하고, 계산대 대기 없이 카메라 센서, 바코드, 어플리케이션 등을 활용한 무인결제 시스템 등이 있다.



AR 피팅

동작 인식 카메라로 신체 사이즈를 자동측정하여 사용자 맞춤형 의상 피팅 결과를 실시간 3D 이미지로 제공



무인결제

카메라 센서, 바코드, 쇼핑 App 등을 활용하여 계산대 앞에서 기다리지 않고 상품대금을 결제하는 서비스



로봇 카트

자율주행형 쇼핑카트로 사용자를 인지하여 상품 운반 및 위치 안내를 하고 구매 내역 등의 정보를 실시간으로 제공



O2O 결합스토어

바코드, QR코드를 활용한 온오프라인 결합 상품구매, 온라인 구매 상품을 매장에서 픽업할 수 있고, 오프라인에서 온라인 주문이 가능한 결합 스토어

[그림 3-40] 스마트쇼핑 서비스요소

출처: 국토교통부(2019b), p.637.

(6) 일괄배송 서비스

배달·배송 통합 관리 시스템을 통해 각각의 개별 매장에서 구매한 제품을 통합 배송하여 편리한 쇼핑 경험을 제공하는 서비스이다. 정기적인 시간에 개별 숍에서 판매한 배송예정상품을 수거하고, 수거된 상품은 물류창고에서 생활권으로 구역별로 분류한다.

정해진 시간에 전기차 및 PM 등 배송모빌리티와 로봇 등을 통해 상품을 배송하며, 물류센터 내 전기차 및 PM 충전·관리 거점이 확보되어야 하고, 향후 무인자율주행 기반 통합배송 적용 가능성에 대한 기술검토가 필요하다.

이러한 일괄배송 서비스의 운영을 위해서는 물류센터 내 전기차, PM, 배송 로봇에 대한 관리 거점 조성이 요구된다.



[그림 3-41] 부산 에코델타시티 물류이송로봇 도입 예시

출처: 서영욱(2019).

(7) 가변형 공연·문화공간

규모별, 분야별, 상황별로 유연하게 변형 가능한 공연 문화 공간 구축을 위해 실내·외 다목적 복합 커뮤니티센터 및 다양한 공간을 통한 다목적 공연장을 조성하며, 세미나, 공연 등 분야별로 복합 활용할 수 있는 공간을 조성하여 문화 콘텐츠 제공이 가능한 다양한 규모의 공간을 확보한다.

시민들의 문화·공연 만족도를 상승시키고, 가변형 문화공간을 활용한 공연자-관객 맞춤 연계 서비스를 구현하여 2가지 문화·공연 관련 서비스의 시너지를 창출한다.

(8) 스마트 쓰레기수거 서비스

IoT 센서를 이용한 스마트 쓰레기통을 도입하여 시민들의 재활용 수거 참여도를 높이고 수거비용에 대한 효율적 관리가 가능하게 하는 서비스이다. 적재량 IoT 감지센서를 통해 쓰레기가 많아지면 자동으로 압축기를 자동하여 부피를 줄여서 배출 쓰레기의 부피를 최소화할 수 있다.

압축 쓰레기 부피가 일정 수준을 넘어서면 운영센터로 그 정보가 전송되어 수거 차량 배차계획 또는 주변 환경미화원이 처리할 수 있는 시스템화하는 압축형 스마트 쓰레기통과 위탁운영업체·참여기업·지자체 간의 업무협약을 바탕으로 재활용 쓰레기 분리수거 참여 시민에 대한 보상금 지급 모델 적용하는 보상형 스마트 쓰레기통이 있다.



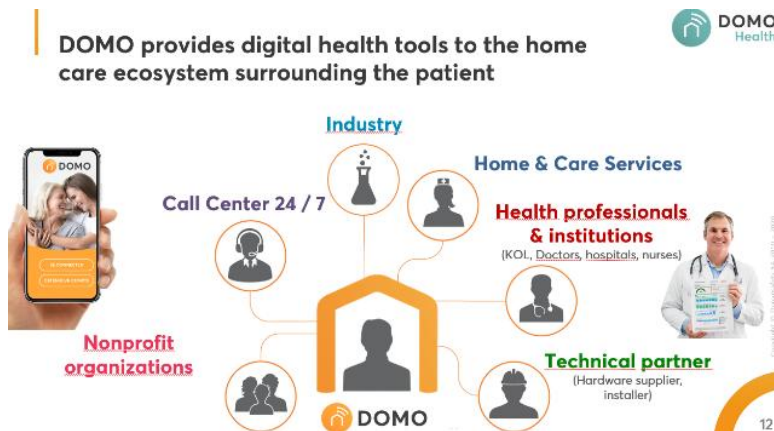
[그림 3-42] 스마트 쓰레기통 운영개념도

출처: 국토교통부(2019b). p.677.

(9) 스마트 커뮤니티 케어

스마트 커뮤니티 케어 서비스는 가정 내에 구축되어 있는 가정용 의료기기 및 센서와 웨어러블 기기 등으로 일상생활 시 자동 수집된 개인 건강정보가 개인 건강 PHR플랫폼으로 전송하는 서비스이다.

지정된 의료진에게 알림을 통하여 질환 관리모니터링, 질환 예방 상담 및 방문, 응급차 출동 서비스를 제공한다. 스마트 커뮤니티케어를 통해 독거노인 및 중증 장애인의 사회 안전망 기반을 확보하고, 스마트홈 개발 기업, 실버비즈니스 사업자, 센서 개발 기업 등 4차산업 혁신기술의 발전 및 성장 기반을 마련한다.



[그림 3-43] Domo Safety 서비스 시나리오

출처: venturelab(2012).

(10) 스마트 헬스키퍼

스마트보건소 커뮤니티 홈케어 서비스는 가정 내 구축되어 있는 가정용 의료기기 및 센서와 웨어러블 기기, 스마트 보건소 내 구축되어 있는 헬스케어 플랫폼 등으로 수집된 개인 건강정보와 병원 네트워크 서비스에서 수집된 개인의료정보가 연계되어 질환치료가 아닌 질병의 예측·예방·관리 차원의 다양한 서비스를 제공한다.

본 서비스와 관련한 적용사례는 서울시 송파구 스마트주치의 서비스로 일상정보, 진료정보를 스마트주치의에 모바일, 웹을 통하여 저장 및 건강정보 모니터링, 맞춤형 건강관리 서비스를 제공한다.



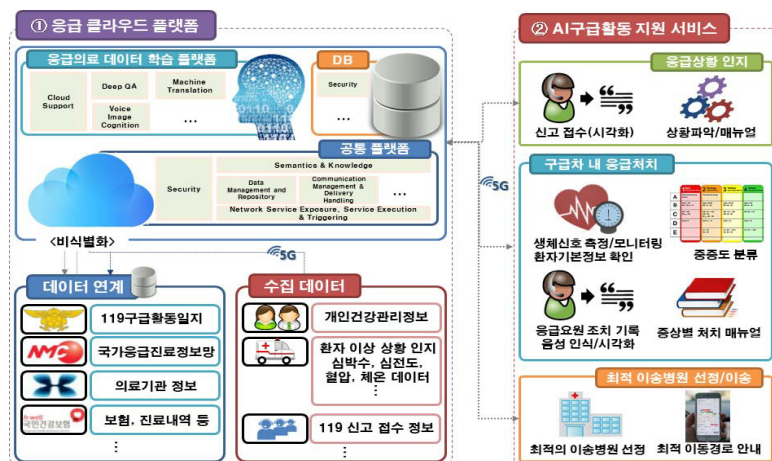
[그림 3-44] 송파구 스마트주치의 서비스

출처: 송파구(n.d.).

(11) AI 응급의료시스템

5G 및 인공지능·클라우드를 활용하여 기존의 응급의료 프로세스의 기술적(생체 정보 및 고화질 응급영상데이터 송수신)·시간적(골든타임 확보)·공간적(구급차 내 신속한 응급처치) 한계를 극복하는 지능형 응급의료체계를 구축하는 시스템이다.

위급 시 119 상황실에 신고접수·지능형 응급상황 인지로 초기대응하며, 구급차 내 환자 신원파악 및 생체정보 자동측정과 환자상태 실시간 모니터링, 신속 정확한 처치 및 구급활동 지원하는 구급상황 Emergency Assistant 적용, 응급환자 중증도 및 긴급도에 따른 최적 이송병원 선정과 빠른 길 안내 등을 서비스할 수 있다.



[그림 3-45] AI기반 응급의료시스템 개념

출처: 최정훈(2019).

(12) 공공 로봇서비스

스마트 도시 내에서 환경관리·시설점검·경비안전·체육센터 등 공공영역에서 수행하는 서비스를 지원하는 로봇 서비스로, 환경(도로, 수상) 관리 및 경비·안전 분야에 활용되어 수상계측 및 청소서비스, 도로청소 서비스, 경비·안전서비스를 제공한다. 이를 위해 로봇 이동로에 대한 규정 제정이 필요하며, 자율 이동형 청소로봇의 일반도로 이동을 위한 규정 개선이 필요하다.

자율주행 청소차를 위한 공간 계획에서의 고려 사항으로는 공원에서의 안전한 운행을 위해 이동 경로에서 관람객과의 안전이 확보되어야 하며, 도로 포장도 자율주행차량의 이동을 고려하여 파손에 강한 자재가 사용되어야 한다.



[그림 3-46] 중국의 도로청소용 로봇 ‘코와로봇’

출처: Erika Yoo(2018).

(13) 민간 로봇서비스

스마트 도시 내에서 시민들에게 시민들의 편의를 제공하기 위하여 민간영역에서 수행하는 서비스를 지원하는 로봇 서비스이다.

자동주차 서비스인 스마트 주차서비스, 대형 피트니스 및 국민 체육센터와 연계한 시민건강 서비스, 매장 안내 및 조리, 계산 등의 식음료 자동화 서비스, 노약자 돌봄 서비스 등의 의료서비스, 배달·운송 서비스 등이 있다.

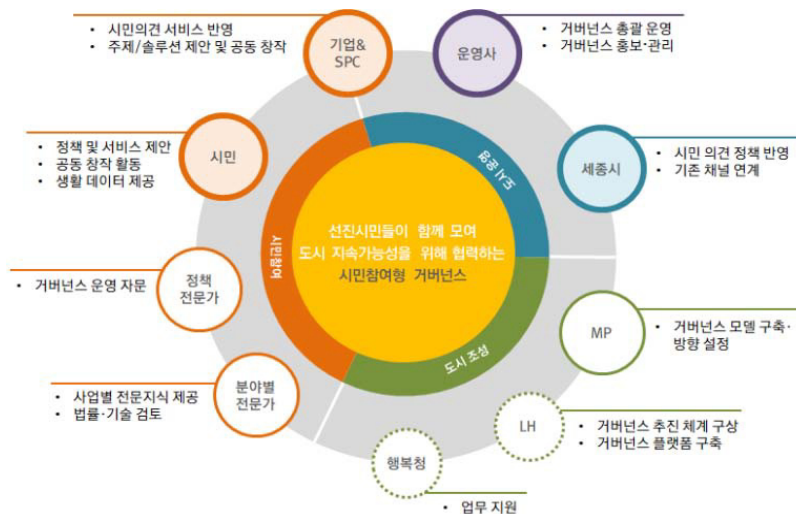


[그림 3-47] 독일 뒤셀도르프 공항 로봇 발레파킹 서비스
출처: 조규남(2014).

(14) 시민참여형 거버넌스

시민-기업-지자체 간 협력적 거버넌스 체계를 구축하고, 온·오프라인 플랫폼을 기반으로 도시정책과 기술·서비스에 시민이 의견을 제시하고 함께 참여할 수 있는 협치모델 및 거버넌스 활동을 운영하는 시스템이다.

시민참여형 거버넌스는 도시정책 및 기술·서비스 관련 시민의 요구와 의견을 수렴하고 반영하기 위한 의무와 권한이 필요하다. 따라서 입주 후 거버넌스 체계는 도시 운영 주체에서 운영하며 기술 서비스 관련 사항은 SPC나 민간 기업이 시민과 함께 진행하며 적용하는 체계로 운영한다.



[그림 3-48] 시민참여형 거버넌스 체계 구성 사업추진 모델
출처: 국토교통부(2019b), p.607.

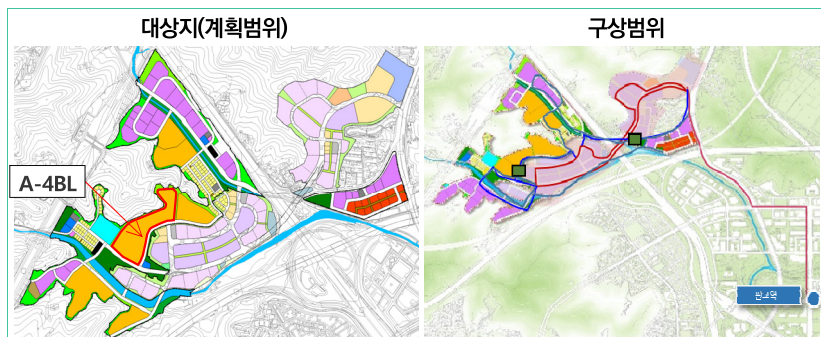
2. 스마트도시 요소로서 미래 건축의 변화

1) 미래건축 공모에서 나타난 스마트기술

(1) 스마트건축 주거단지 아이디어 공모 개요

국토교통부와 LH에서는 미래건축의 정책을 연계하고 유망분야에 대한 R&D 차원에서 미래건축 특별설계공모를 실시하고 있다. 이에 '20년에 추진된 공모전에서 수상하거나 제안된 설계안이나 미래 트렌드적 아이디어들을 살펴보고자 한다. '20년은 스마트도시, 4차 산업 트렌드를 감안하여 “스마트건축 주거단지 실현”을 주제로 최초의 특별공모가 시행되었다.

- 대상지: 성남금토지구 A-4BL
- 비전: 4차산업(DNA, Big3) 및 자율주행 시범도시
- 개요: 신혼희망타운 1,150호 (설계비 51억원) [대지면적 43,271㎡, 용적률 220%, 20층]
- 공모 주제: “미래 소통 융합의 혁신적 첫 스마트건축 주거단지” (지능정보 및 친환경기술을 활용하여 개선된 거주환경을 제공하는 지속가능한 주거단지)



[그림 3-49] '20년 미래건축 공모 대상지

출처: LH(2021). p.1.

(2) 미래건축 공모에서 나타난 주요 스마트기술

미래건축 공모전에서 출품작들의 제안사항과 세부 기술들을 정리해 볼 때 다음과 같이 20가지의 기술 특성들을 도출해 볼 수 있다.

- 에너지 분야: 제로에너지주택기술

- 교통/물류 분야: 전기차 충전소 확대 및 V2G(스마트그리드) / 공유 모빌리티 / 주차장 공유서비스 / 퍼스널 모빌리티 도로(스마트 스트리트 퍼니처) / 드론 및 로봇배송 인프라 설치
- 주거생활 분야: 주거동 스마트커뮤니티 / 스마트 리사이클링(음식물쓰레기 자원화) / LH스마트홈 서비스 / 언택트 출입 시스템 / 클린 현관 / 층간소음 감지기
- 커뮤니티 분야: 스마트팜(그린하우스) / 로봇 EV충전 카페 / 스마트 보육(로봇메이트) / AI헬스장(AI라이프케어) / 공유오피스 및 풀필먼트 / 소셜 스마트 리빙랩
- 스마트퍼니처 분야: 스마트 가로등 / 스마트 쉼터 (맘스 스테이션)

[표 3-1] 미래건축 공모에서 제시된 주요 스마트기술

	구분	내용	비고
에너지/물류	제로 에너지 주택기술	·액티브/패시브 ZEB5(주민공동 ZEB3) ·일부 BIPV 도입	
	전기차 충전소 확대 및 V2G(스마트그리드)	·충전기 20대(법정 7대) ·유휴 전기에너지 활용 위한 전기차 역충전 기술적용 ·V2G(피트 유휴공간에 ESS 배터리 설치)	·과금형 콘센트+유휴 전기 에너지 활용
	공유 모빌리티	·공유형 전기차 2대 및 퍼스널 모빌리티 20대 제공	·스마트빌리지 사례 (삼성물산)
	주차장 공유서비스	·자동결제형 차단기 설치(2개소) 및 유료주차장 구역 운영을 통한 수익 창출	·세종시 주차장 설치
	퍼스널 모빌리티 도로(스마트 스트리트 퍼니처)	·모빌리티 충전 및 보관소	·스마트 스트리트 퍼니처·키오스크 포함
	드론 및 로봇배송 인프라 설치	·드론착륙장(관리사무소 인근 2개 주동), 화물E/V착상, 로봇배송way(도색)	·배달의 민족사례
주거생활	주거동 스마트 커뮤니티	·4개층마다 공용 커뮤니티(3,150㎡)	
	스마트 리사이클링(음식물쓰레기 자원화)	·음식물쓰레기 재처리 거쳐 텃밭 등 친환경 퇴비로 재활용	·도시사업처 (환경부협) ·대전도안 20BL
	LH스마트홈 서비스	·홈네트워크 및 IoT 연동 기술 등(kt, skt, lgu와 연계)	

구분	내용		비고
	언택트 출입 시스템	·AI 안면인식을 통한 언택트 출입 시스템	
	클린 현관	·현관 청정 시스템(에어샤워 청정기, 브러쉬 청소기)	
	충간소음 감지기	·충간소음 측정 및 예방시스템	
커뮤니티	스마트팜(그린 하우스)	·친환경 채소 생산하는 온실 및 LED 팜(개인 단말기와 연동 실시간 작물 상태 점검)	·스마트빌리지 사례 (삼성물산)
	로봇 EV충전 카페	·로봇이 음료제조와 서빙을 담당	·스마트빌리지 사례 (삼성물산)
	스마트 보육(로봇메이트)	·가정교사 로봇을 통한 보육지원 서비스	·LG전자
	AI헬스장(AI라이프케어)	·사용자 체형과 체력 분석을 통한 AI 트레이닝(AI를 통한 원격진료 공간)	·스마트빌리지 사례
	공유오피스 및 풀필먼트	·판교 자족용지와 연계한 스타트업 대여 공간 및 생필품 즉시배송 서비스 구현(100㎡)	
	소셜 스마트 리빙랩	·스마트앱을 통한 시민 리빙랩 활성화	·아파트너 등 유료앱
스마트 퍼니처	스마트 가로등	·태양광 충전 및 CCTV(안심보행) 강화	
	스마트 쉼터 (맘스 스테이션)	·냉난방, 스마트벤치, 공기청정, 무선 충전, 지역정보 제공	

출처: LH(2021), p.4.

2) 수상작품별 스마트건축 기술·서비스

(1) 스마트 워빙 시티: Smart We-being(weaving) City

□ 5가지 핵심 전략(S.M.A.R.T)

- (Sustain) ZEB, 장수명주택 등 지속가능건축 기본탑재
- (Manage) 스마트그리드, v2g, 공유차 등 도시자원 효율화
- (Adapt) 동적공간활용 등 새로운 패러다임 공간활용
- (Reponse) 퍼스널모빌, 드론, 스마트팜, anti-V 등 미래수요 대응
- (Tech) 가사시간 단축 등 스마트기술로 삶의 질 제고



[그림 3-50] 스마트워빙시티 설계공모작 조감도

출처: 국토교통부(2021). p.1

□ 계획 개념

- (단지) 에너지효율 극대화와 개방성, 상징적 이미지를 고려한 4개의 자급자족 소마을로 구성. 특별건축구역 적용하여 다이내믹한 공간 제시
- (주거동) 다양한 신혼 라이프스타일 지원을 위한 특화주거동 유형(미래지향*, 수직정원, 저층 마을형)구성
 - * 미래지향 주거동은 드론포트 및 로봇웨이 적용
- (단위세대) 육아와 모임공간 강화, 쉬운 스마트가구 가변 클린현관 적용, 스마트공용공간 주거생활 확장 등

- (커뮤니티) 소셜스마트 리빙랩을 통한 공동체 활성화(마을환경 개선) 및 커뮤니티 동적공간 활용 방안 제시
- (교통/물류) 자율주행차 승하차구역, EV복합환승카페, 공유오피스 등 도시기능과 연계

[표 3-2] 스마트위빙시티 설계공모작의 도입 기술

구분	개념	도입 기술
도시	S	Smart ZEC - 블록간 에너지 효율화 적용 가능 - 스마트그리드: 블록간 전력 에너지 거래(ESS), 연료전지, 지열, 태양광
	A	미래 인프라 수용가능 (지하 배터널 등)
	R	생활 SOC (종합보육센터와 미래 성장형 프로그램 연계)
단지	T	자율주행 셔틀과 연계 (드랍오프)
	S	기후영향에 적응하는 스마트 저류시스템 - 우수재사용, 안개분수(미기후, 미세먼지), 조경식수, 화재진압용
	M	지능형 CCTV를 활용한 CPTED단지 조성, 통합관리센터를 통한 단지 내 에너지 관리로 효율성 강화
	A	입주민 요구에 맞춘 가변형 커뮤니티 프로그램 (입주민 의견 실시간 반영) - 공간의 지속적인 변형 (리빙랩 개념)
	R	미세먼지 차단, 바람길 공기정화 Dynamic Space Service (동적 공간활용서비스), 거주민의 니즈와 생활 패턴에 맞춰 외부공간을 변형하여 활용 (차도와 인도의 폭 자동조절, 주차면 생성)
주동	T	통합관리센터-통합 모빌리티서비스 (퍼스널, 자율주행, 교통정보), 퍼스널 모빌리티 대여소, 키오스크 정보제공, 지하주차장에 로봇을 이용 세대내 쓰레기 배출 처리
	S	하이브리드 집열판과 BIPV형 루버 (서측면 자동차양), 지붕의 태양광패널과 저소음 풍력터빈을 이용하여 에너지 자립화(ZE), 솔라터널을 이용한 공용부 자연채광, 에코샤프트를 이용한 자연환기
	M	로봇을 이용한 지상층과 드론을 이용한 옥상층 택배 반입 및 분류, 클린스루존을 거쳐 각 층 세대로 배송되는 시스템
	A	스마트 커뮤니티(공용부의 다양한 프로그램 수용 - 입주민의 요구), 공동육아, 실내놀이터, 도서관, 스마트팜, 라운지, 체육관 등
	R	지하주차장 미래공간 활용(스마트 감성로비, 지하 스마트팜): 미래 자율주행차량으로 인해 차량 소유 → 공유로 패러다임 변경 → 차량 수요가 1/5 ~ 1/10로 줄어들 것으로 전망되어 그 공간을 대체하여 사용, 미래 설비공간을 위한 준비공간(에코샤프트 → 미래 설비공간이나 활용되는 공간으로 변경)
단위	T	클린스루존(지능형 방재시스템)으로 감염병 예방, 공용부 환경제어(공기질, 온도 제어)
	S	미래 단열성능과 설비를 적용할 수 있는 교체 가능한 모듈러 시스템(설비공간인 Fixed Zone과 가변형 Flexible Zone으로 구분)
	M	에너지 사용패턴 분석을 통한 주거내 에너지 소비 절감
	A	거주자 이용 패턴 분석을 통한 가변형 벽/스마트 가구로 사용자 맞춤형 환경 제공
	R	ICT기술로 사용자 특성(부부, 자녀)에 맞는 맞춤형 환경 제공, 신혼희망타운의 특성에 맞는 보육특화 AAL(홈스쿨)

출처: LH(2021). p.4.

(2) 바이러스와 감염을 피하는 은신처: 스마트 그린병커

- (단지) 저층 중정형 주거공간과 4개 그린타워동 외곽배치를 통해 자연으로 열린 단지를 구현
- (주거동) 저층주상복합(중) : 마이크로인필과 입체가로 / 고층 그린병커 주동 : 드론포트(사람, 로봇)로 생필품 터미널 수행, 스마트코어(물류배송, 환기, 실내정원) 적용 / 고층 인필주동(우) : 기존 적층식 모듈러보다 개선된 방식으로 서랍처럼 주거모듈을 끼워 넣는 주거동
- (세대) 마이크로인필(주택확장) 및 무빙퍼니처 제안, 복층 주거도입으로 전원주택 개방감, 프라이빗 제공
- (커뮤니티) 스마트리빙랩(공공거버넌스, 지역화폐 연계)
- (교통,물류) 로봇자동주차, 단지내 자율주행셔틀 등

(3) 도시를 담은 미래: 자급자족형 주거단지

- (단지) 400세대로 이뤄진 3개의 소마을 (교육, 문화, 생산기능)로서 자급자족 마을공동체를 지향
- (주거동) 그로잉 플랫폼(좌): 보육교육공간+주거동 / 셰어링 플랫폼(중) : 문화소비공간(지역교류)+주거동 / 메이킹 플랫폼(우) : 스마트팜·마켓홀+주거동
- (세대) 다양한 도시활동을 수용하는 미래거주공간(무량판 · 무빙월), <주거+생산소비(스마트팜, SOHO)+취미여가>
- (커뮤니티) 보육센터 AI원격진료, VR피트니스, 미디어월, 홀로그램 오피스, 스마트도로 제안
- (교통,물류) 자율주행차 대응 주차장, V2G, 그린모빌리티, 택배허브



[그림 3-51] 스마트그린병커 조감도



[그림 3-52] “도시를 담은 미래 자급자족형 주거단지” 조감도

출처: LH(2021). p.4.

(4) 미래 기술수요 대응: 화이트그리드시티

- (단지) 도시성과 자연성에 맞게 광장형, 연결고리형, 정자형 주동을 배치하여 3개 주거zone형성
- (주거동) 광장형성 주동(좌): 외부 단지광장 형성 / 연결고리형 주동(중) : 공동체 활동공간+주거동 / 정자형 주동(우) : 테라스지형 순응하는 주동으로 / 판교TV 자율주행노선 연계된 모빌리티허브 제공
- (세대) 스마트큐브 및 화이트그리드존 가변극대화 현관클린존 적용, 홈캠핑, 가드닝 등 다용도공간
- (커뮤니티) 다양한 스케일 중정형 커뮤니티에 스마트폴, 스마트큐브를 활용하여 새로운 공간형성
- (교통·물류) 스마트딜리버리(드론, 튜브), 자율주차구획

(5) 스마트패스로 연결된 새로운 주거공간: 스마트셀티브

- (단지) 단지전체(600m)관통하는 스마트패스와 교차형으로 배치된 주거동으로 기능적 건축제시
- (주거동) 일반 주거동 : 에너지효율성 극대화
- 스마트패스 주거동 : 통학·물류·자율주행길·옥상산책+주거동
- (세대) 테라스(2m) 및 거실/안방 가변공간 확보, 실내 썬월(채광) 및 클린현관 시스템 도입
- (커뮤니티) 배달로봇 연계 마켓형 커뮤니티, 코워킹 스페이스, 사회적 거리두기 고려 배치
- (교통·물류) 미래모빌 대응 주차적용, 스마트패스에 보행·택배로봇·자율주행차,모빌리티 교통 마련



[그림 3-53] “미래 기술수요 대응형 화이트그리드시티” 조감도

출처: LH(2021). p.3.



[그림 3-54] “스마트패스로 연결된 새로운 주거공간 (스마트셀티브)”

3. 스마트도시 공간계획 사례 분석

1) 영국 런던과 맨체스터

(1) Smarter London Together

□ 사용자 중심의 협력적 스마트도시 계획

2018년 6월 발표된 런던의 스마트시티 계획 'Smarter London Together'는 계획의 명칭에서 드러나는 것처럼 사용자 중심의 계획임을 강조하고 있다. Smarter London Together는 2013년 발표되고 2016년 수정된 'Smart London Plan'에 기초하고 있는데, 이전의 계획들에 비해 협력적 접근법을 핵심 목표 중 하나로 설정하고 있다(Greater London Authority 2018). 계획의 표지와 포스터로 사용되는 이미지 역시 사용자들이 실제로 체감할 수 있는 변화와 협력을 통한 기회들을 강조하고 있다.



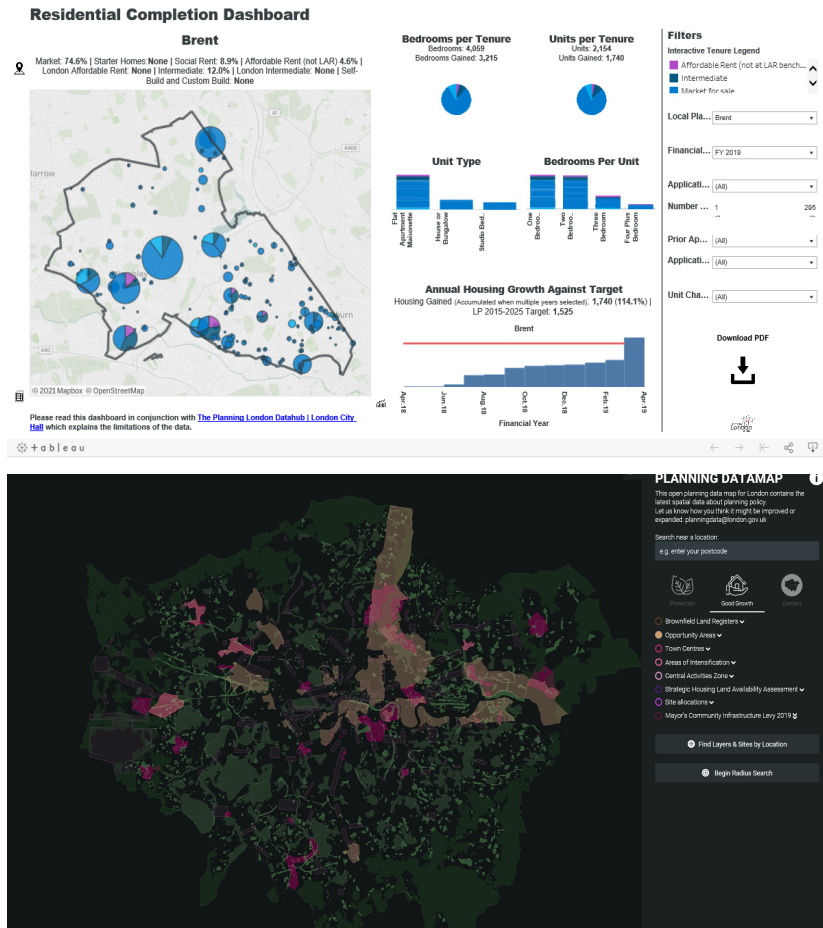
[그림 3-55] Smarter London Together 계획 표지

출처: Greater London Authority(2018).

협력적 계획(collaborative planning)은 영국의 대부분의 도시 계획들에서 강조된다. Smarter London Together 계획 역시 다양한 도시 데이터를 오픈소스로 공유하여 다양한 도시문제들을 해결하고 공공서비스의 품질을 향상시키는 것을 가장 우선적으로 다루고 있다.

London Datastore는 런던의 경제·사회 지표나 도시 내 공간계획 등을 다양한

정보들을 도식, 데이터 맵, 기타 시각화 정보들을 제공하고 있다. 우리나라에서 이러한 시각화 정보들은 각 중앙부처별로 제공하고 있는데, 런던시는 직접 런던의 주요 지표나 통계자료, 주택, 교통, 환경, 여가, 도시계획 등을 통합하여 제공할 뿐만 아니라 활용 가능한 분석 도구들도 제공하고 있다.



[그림 3-56] London Datastore 웹사이트 캡처화면

출처: London Datastore(n.d.).

이는 홍보의 목적보다는 다양한 공공부문에서 개별적으로 수행되는 분석에 효율적인 데이터를 제공하기 위함이다. 따라서 시 당국 소속의 데이터 전문가, 공공기관 관계자 및 학계 전문가들로부터 파트너십을 맺고 데이터를 지속적으로 제공받아 업데이트하고 협력하여 분석 결과들도 제공하고 있다. 이 과정에서 데이터를 확보하고 공유하기 위한 다양한 파트너십을 운영하고 있으며, 분석대상별로 다양한 인벤토리들 역시 구축하고 있다.

런던시는 이러한 협력체계를 지원하고 혁신을 위한 기준을 제공하기 위한 London Office of Technology & Innovation(이하 LOTI)를 설립하였다. LOTI는 공공복지 서비스 혁신을 촉진시키고, 기술분야의 새로운 파트너십과 비즈니스 모델을 제시하며, 디지털 정보를 효율적으로 제공하는 역할을 하고 있다 (Greater London Authority 2018).

□ 목표 1: 포용적 디지털 기술 서비스

런던 스마트도시 계획의 목표 중 첫 번째는 포용적 디지털 기술 서비스(More user-designed services)이다. 런던시(Greater London Authority)는 시민들의 요구를 우선으로 생각하지 않은 채 다양한 새로운 디지털 기술을 결합시켜 제공하는 것을 원하지 않는다. 따라서, 도시의 다양한 구성원들을 존중하고 그들과 다양한 파트너십을 통해 협력하여 디지털 기술 서비스들을 발전시키는 것이 첫 번째 목표임을 명시하고 있다. 컴퓨터나 디지털 기술에 제약이 있는 사람들이 동등하게 일자리를 찾고 공공서비스를 누릴 수 있도록, 디지털 기기 임대나 사용 교육과 같이 포용성(digital inclusion) 확보를 중요하게 다루고 있다.

또한, 새로운 디지털 플랫폼을 제공하여 더 많은 시민들이 다양한 형태로 참여하도록 장려하고 있다. Colour in Romford 캠페인은 이러한 대표적 사례로 크라우드 펀드를 통해 기금을 모금하여 예술가들의 벽화활동을 지원하는 것이다. 런던시가 한화 약 63억 원의 크라우드 펀딩을 지원하고 2022년까지 사업규모를 확장시키는 것이 목표이다. 기부나 모금에 통한 간접 참여에 적극적인 시민들과 도시 예술가들을 디지털 플랫폼을 통해 연결시켜 도시환경을 개선시키는 전략이다.



[그림 3-57] Colour in Romford 캠페인

출처: Greater London Authority(2018). p.18.

□ 목표 2: 데이터 공유 및 협력 강화

두 번째 목표는 London Office for Data Analytics(LODA) 설립 및 프로그램 제 공을 통한 데이터 공유 및 협력 강화이다. LODA은 보안, 공공 서비스, 사이버공간에서의 권리와 투명성, 혁신을 증진시키기 위한 프로그램들은 제공한다. 새로운 디지털 보호 법안과(General Data Protection Regulation) 더불어, 개인정보의 관리를 통제하면서도 공공 데이터에 대한 접근 권한은 강화하도록 했다.

□ 목표 3: 5G 기술을 접목한 스마트 스트리트 조성

세 번째 목표는 5G를 포함한 연결성 확보 및 스마트 스트리트 조성이다. 계획은 거리, 지하철, 공공시설에서의 인터넷 연결을 개선하고 가정의 인터넷 연결망을 확대하는 등 유무선 연결망의 개선 또한 중요한 목표로 설정하고 있다.

□ 목표 4: 디지털 및 데이터 리더십 육성

네 번째 목표는 디지털 및 데이터 리더십 육성이다. 다양한 계층을 대상으로 중앙 정부의 지원과 런던시 자체 디지털 및 데이터 기술 교육 프로그램들을 마련하였으며, 초등학생부터 컴퓨터 관련 기술 교육을 확대하기로 결정했다.

□ 목표 5: 공공 역량 및 표준 혁신

마지막 목표는 도시 내에서 협력적 업무추진을 효과적으로 수행할 수 있는 능력을 제고하는 것이다. 런던시는 미래 혁신을 위한 공공의 역량과 표준을 지원하기 위해 London Office of Technology & Innovation(LOTI)를 설립하였다. 또한, 공공의료와 복지서비스 기술을 혁신하고 기술 분야와 사업모델의 협력체계 구축, 타 도시와 국제적 협력 방안을 모색하고 있다.

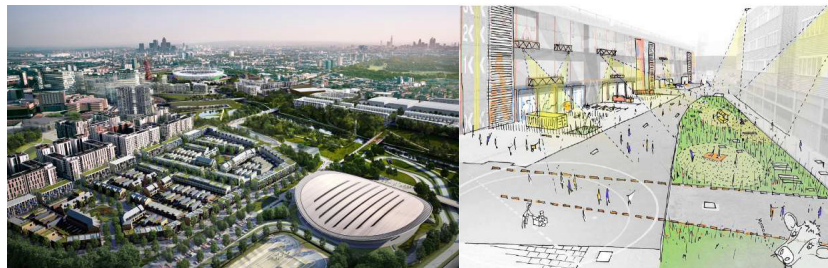
(2) 스마트시티 테스트 베드: Queen Elizabeth Olympic Park

Queen Elizabeth Olympic Park는 런던 동부 Stratford와 Hackney Wick의 중심부에 위치한 재개발 지역으로, 2012년 하계 올림픽과 2012년 런던 하계 패럴림픽에 사용되었던 스포츠시설 및 선수촌 지역이다. 올림픽 폐막 후 Olympic Park에서 2012년 엘리자베스 2세 여왕 즉위 60주년을 기념하여 Queen Elizabeth Olympic Park로 명칭이 변경되었으며, 현재는 주거, 상업, 연구, 여가 등 복합적 용도로 이용되고 있다.

□ Smart London 계획의 거점: iCITY 개발

Queen Elizabeth Olympic Park는 보리스 존슨 총리가 런던시장이었던 당시부터 iCITY라 명명하고 Smart London Plan의 거점으로 계획되었다. iCITY는 스타트업 기업들과 교육 및 연구스타트업 기업들과 교육 및 연구를 위해 약 93만 제곱미터 넓이의 부지를 런던 디지털 중심지로 조성하는 프로젝트다(Smart London Board 2013).

Smart London 계획은 연결성을 가장 중점적으로 다루었는데, 유럽최고 수준의 초광역 인터넷 연결망 및 무료 와이파이, 영국최초 5G설치 등을 포함한 디지털 기반 시설들을 마련한다. 또한, 런던의 지하철 교통카드 Oyster의 자전거 및 전기차 대여 서비스 사용성 확대, 대상지 내 모든 건축물의 에너지, 탄소, 수자원 및 쓰레기 소비에 대한 실시간 관리 및 소비패턴 정보 제공 등을 주요 전략으로 내세웠다.



[그림 3-58] Queen Elizabeth Olympic Park의 East Bank 개발 계획

출처: Smart London Board(2013), p.43

□ 스마트 기술과 모빌리티 혁신 클러스터의 조성

새로운 Smarter London Together 계획은 광범위하게 공유되는 스마트 데이터의 국제적 표준, 지속가능성, 지역 공동체 시설 등을 제공하기 위한 테스트 베드로 Queen Elizabeth Olympic Park를 활용하고자 한다.

한화 1,571억 원이 이미 투자된 에너지 시스템을 바탕으로 환경 관련 데이터 플랫폼을 구축한다. 또한, Greenwich시와 컨소시엄을 통해 자율주행 및 5G 연결망을 위한 한화 약 210억 원 상당의 펀드를 마련하여 청정기술 및 모빌리티 혁신을 위한 클러스터로 조성할 계획이다(Greater London Authority 2018, p.11).

이 과정에서 런던시는 민간 및 다양한 그룹들과의 협력을 통해 혁신이 지속될 수 있도록 하고자 한다. 계획은 대학 등 연구기관들과 광범위한 혁신을 유도하기 위한 파트너십을 강조하고 있으며, 단지별 에너지 관리 시스템, 에너지 절감형 조

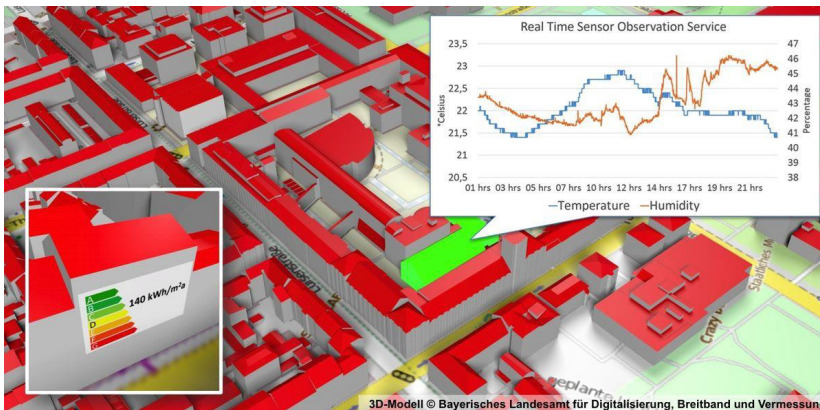
명 및 제어, 자율배송 로봇, 대기질 정보체계 구축 등이 공유도시 프로그램을 통해 실험되고 있다.

나아가 외부기관과 협력하여 London Ventures 프로그램을 제공함으로써 아동 서비스, 지능범죄 방지, 자동화, 클라우드펀딩 등 공공서비스 솔루션의 확장을 추진하고 있다. 또한, 대학교(UCL) 및 방송국(BBC), 전시관(V&A), 공연장(Sadler's Wells) 등을 갖춘 한화 약 1조 7,300 억원 규모의 Queen Elizabeth Olympic Park의 East Bank 개발을 위한 설계에 디지털 참여 툴을 제공하기도 했다.



[그림 3-59] Queen Elizabeth Olympic Park의 East Bank 개발 계획

출처: Greater London Authority(2018), p.12.



[그림 3-60] Queen Elizabeth Olympic Park의 단지 내 공간 정보 기반시설(Smart District Data Infrastructure)과 정보의 시각화 및 공유(주택 에너지 효율, 온도, 습도 등)

출처: Greater London Authority(2018), p.24.

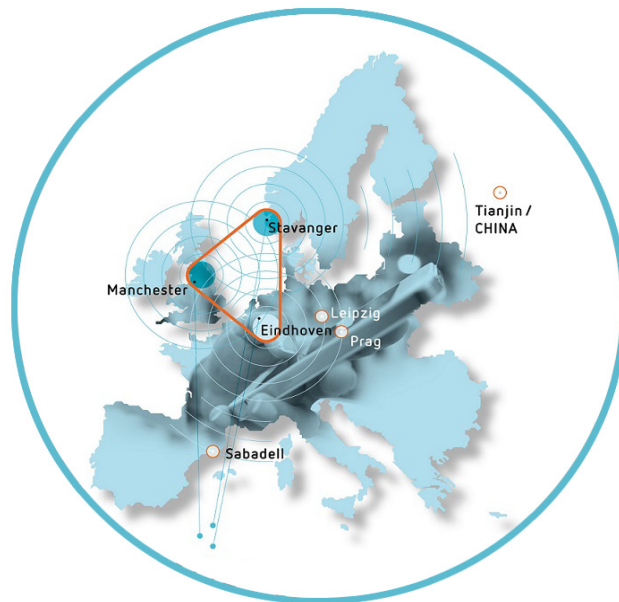
(3) 맨체스터 스마트시티

□ 트라이앵글럼 프로젝트

트라이앵글럼 프로젝트는 2015년부터 2020년까지 EU에서 한화 약 400억원을 투자한 광역 스마트시티 계획이다(Triangulum n.d.). 트라이앵글럼은 3개의 선도 도시들을 테스트 베드로 스마트시티 솔루션을 개발 및 구현하고 그 영향과 효과를 표준화된 기준으로 평가하며, 다른 도시들에게 적용하는 3단계로 실행된다.

이 프로젝트는 EU 내 서유럽국가의 3개 도시인 영국의 맨체스터(Manchester), 네덜란드의 아인트호벤(Eindhoven), 노르웨이의 스타방에르(Stavanger)를 스마트시티 선도지역으로 설정함으로써 스마트솔루션을 개발한다.

이어서 독일의 라이프찌히(Leipzig), 체코의 프라하(Prague), 스페인의 사바델(Sabadell), 3개 도시들이 (Follower Cities) 그러한 솔루션을 복제하는 것을 목표로 한다. 중국 톈진시 또한 읍저버 시티로 프로젝트에 참여한다.



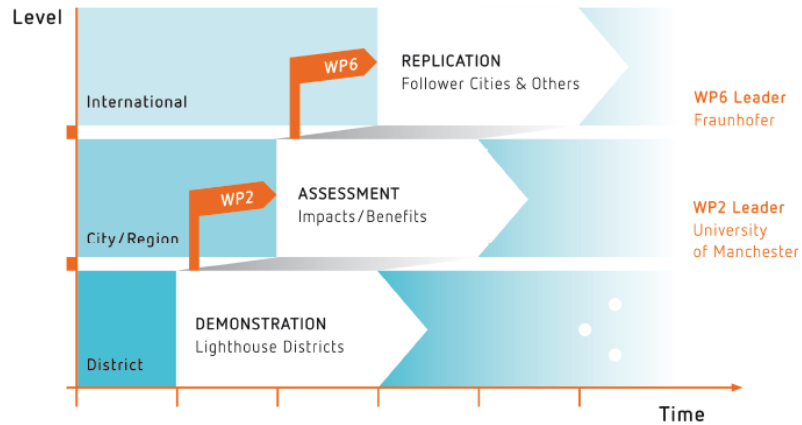
[그림 3-61] Triangulum Project

출처: Triangulum(n.d.).

트라이앵글럼 프로젝트에서 선도지역인 등대도시들에 대한 투자와 다양한 파트너십의 구성은 후발 도시들에게 적용시키기 위한 평가 프레임으로 이어진다. 따라서 기술적 내용은 지속가능한 교통수단, 에너지, ICT 그리고 새로운 비즈니스 기회 창출 등에 초점을 맞추고 있으며, 구조적으로는 다음과 같은 10가지 세부목표를 통해 '스마트시티 복제 프레임'을 강조하고 있다(European Commission n.d.).

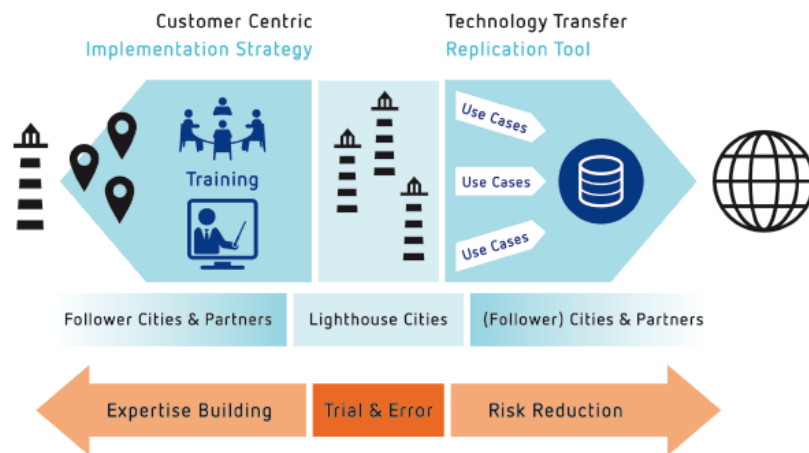
□ 10가지 세부 목표

- 진정한 스마트시티 솔루션을 구현하여 후발 도시들에(Follower Cities) 이를 복제하고 촉진
- 보조금을 넘어 기능적 비즈니스 모델과 사회적 가치 모델을 구현
- 차후 스마트시티 투자에 대한 위험을 최소화하기 위해 측정, 추적, 금융투자가 가능한 접근법 테스트
- 스마트시티 솔루션의 개발 및 개선 과정에 사용자를 참여시켜 도시의 실제 생활 개선에 기여
- 행정, 기업, 사회, 학제 간 상호학습과 혁신적 형태의 협력을 통해 스마트시티와 관련된 지식 전수
- 대기업 및 중소기업, 젊은 인재들에게 매력적인 친환경적 스마트지구 및 관련 솔루션 구축
- 표준화된 도시 에너지, 건축물 및 교통기술을 구축하여 복제 가능한 스마트시티 모델 개발
- 기존 건축물을 지속가능한 형태로 개선하고 에너지 수요 시장의 변화에 대한 솔루션을 제공하여 도시의 데이터 기반 가치 창출
- 등대도시 프로젝트는 스마트시티 솔루션을 개발하고 제공하는 중요한 프로젝트이지만, 추종 도시와 옴저버 시티의 복제 잠재력이 프로젝트의 근간
- 시민과 유럽 혁신 파트너십(European Innovation Partnership) 및 유럽위원회(European Commission) 등 이해 관계자 및 지원자를 포함하는 강력한 네트워크를 구축함으로써 유럽의 스마트시티 프로젝트 및 리더십을 개발하고 촉진하며 강화



[그림 3-62] Triangulum Project의 3단계

출처: Triangulum(n.d.)



[그림 3-63] Triangulum Project 복제 프레임워크

출처: Triangulum(n.d.).

□ 트라이앵글럼 스마트시티 프레임워크

트라이앵글럼 스마트시티 프레임워크 보고서를 살펴보면, 트라이앵글럼의 스마트시티 프레임워크는 스마트시티 지표 개발과 ICT 레퍼런스 아키텍처, 모니터링 프로토콜, 데이터 허브, 영향평가, 체크리스트, 스마트시티 개발 프로젝트를 위한 설계 원칙, 통합적 스마트시티 모듈 세트, 스마트시티 프레임워크 결정 도구 등을 포함하고 있다.

(4) 옥스퍼드 로드 코리더

옥스퍼드 로드 코리더(Oxford Road Corridor)는 맨체스터시의 스마트시티 전략이 구체적으로 드러난 가장 대표적인 사례이다. 트라이앵글럼이 국제 수준의 도시 간 협력을 기반으로 한 전략이라면, 코리더 맨체스터(Corridor Manchester)는 지역과 이러한 국제적 협력을 공간적으로 구체화하려는 전략이다.

트라이앵글럼 프로젝트에 의해 등대도시로 선정된 맨체스터시는 스마트시티 솔루션을 구현할 구체적 공간을 옥스퍼드 거리로 설정했으며, 옥스퍼드 로드 코리더는 등대도시 프로젝트를 기반으로 한 코리더 맨체스터 전략의 테스트 베드로 볼 수 있다.

2km에 달하는 옥스퍼드 거리(Oxford Road)는 맨체스터 대학과 맨체스터 메트로폴리탄 대학, 의료연구시설인 맨체스터 대학 NHS(국민보건서비스) 기금 신탁을 포함한 연구시설들이 밀집되어 있는 지역이다(Oxford Road Corridor 2021). 뿐만 아니라 지역 경제의 20%를 담당하고 71,700명을 일자리, 8만 명의 학생들이 있는 맨체스터 경제의 중추에 해당하는 지역이다(EU 2021).



[그림 3-64] 옥스퍼드 로드 전경

출처: Oxford Road Corridor(n.d.).

□ 재생에너지 생산·관리, 친환경 교통수단, ICT 및 데이터 플랫폼 구축

시정부, 지멘스(Siemens PLC), Pixel Mill, 맨체스터 대학과 맨체스터 메트로폴리탄 대학이 주도하는 맨체스터 트라이앵글럼 컨소시엄(Manchester Triangulum consortium)은 개인, 시장, 사회기반시설 네트워크, 공공서비스 간의 복잡한 상호작용을 포함하는 시스템으로서 도시기능을 강조해왔다. 주요 기술연구 및 투자 분야는 재생에너지의 생산 및 관리, 친환경 교통수단, ICT 및 도시 데이터 플랫폼 구축 등이다.

□ 상업, 예술, 문학, 관광 등 다양한 테마 포괄

맨체스터 시는 2021년 1월 트라이앵글럼 프로젝트가 끝난 후 21개 단체의 컨소시엄인 CityVerve를 통해 옥스퍼드 로드를 지식경제의 중심부로 육성하고 있다. 트라이앵글럼 프로젝트가 다른 도시들에도 보편적으로 적용될 수 있는 사업과 구조를 지향했다면, 코리더 맨체스터 전략은 지역의 특성과 요구를 포괄한다. 연구, 디지털, 첨단 소재, 건강 및 생활과학 등이 옥스퍼드 로드 코리더의 중추적 사업들이지만, 상업, 예술, 음악 및 공연, 문학, 관광, 환경 등의 테마도 포괄적으로 다루고 있다.

컨소시엄의 구성 역시 여전히 대학과 시정부, NHS 연구기관들이 중점적 역할을 하지만 지역의 예술학교(RNCM) 및 예술단체(HOME), 과학협력기구(Manchester Science Partnerships), 부동산기업(Bruntwood)까지 포함하면서 복합적 지역 개발로 변모하고 있다.



[그림 3-65] Corridor Manchester

출처: Holly O'Rourke(2017).

2) 미국의 스마트시티 프로젝트

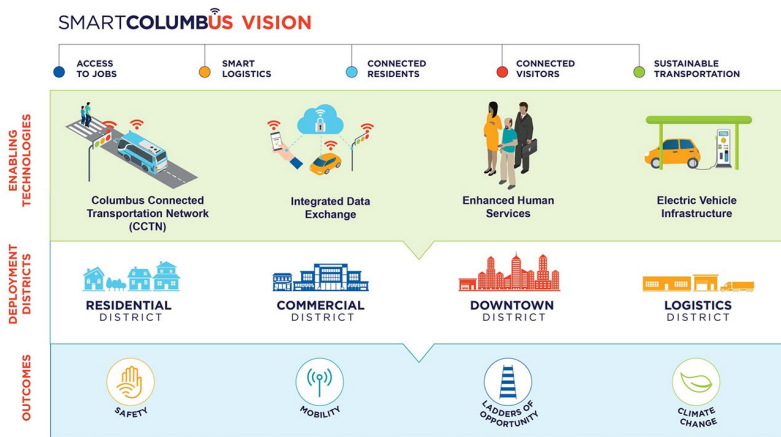
(1) Smart Columbus Project

□ 오픈 모빌리티를 통한 경제 성장, 삶의 질 개선, 지속가능성, 안전 목표 달성

미국 오하이오주 콜롬버스시는 2016년 미국 교통국의 스마트시티 사업에 (Smart City Challenge) 선정되어 5천만 달러의 예산을 확보하게 되었다. 총 예산 중 4천만 달러는 미국 교통국이, 나머지는 Paul G. Allen Family Foundation 에서 출자되었는데, 미국 교통국은 편리하고 안전한 교통체계 구축을, Paul G. Allen Family Foundation은 탄소저감 교통수단을 목표로 제시하였다.

따라서 스마트 콜롬버스의 공식적 과제는 ‘오픈 모빌리티를 통한 인류의 진보를 앞당기는 것’이며, 미래의 연결 도시들의 모범사례가 되기 위해 ‘경제 성장’, ‘삶의 질 개선’, ‘지속가능성’, ‘안전’ 등을 4가지 주요 목표를 설정하고 있다.

스마트 콜롬버스 프로젝트는 스마트 교통체계 구축을 위한 테스트베드임이 강조된다. 따라서 계획이라는 용어보다는 ‘도입’, ‘연구’와 같은 용어들이 자주 언급되는데, 미 교통국이 스마트 콜롬버스 프로젝트를 통해 첨단교통체계를 구축하고 확산시키고자 함이 드러난다.



[그림 3-66] Smart Columbus 계획의 비전

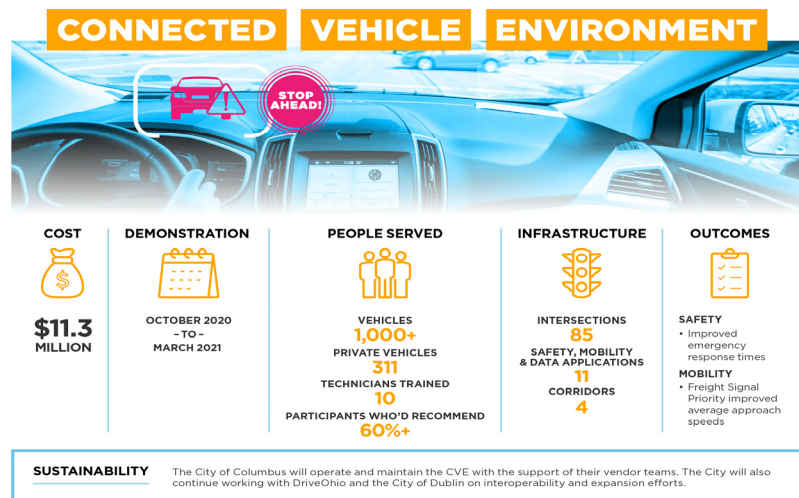
출처: Brent Warren(2017).

□ 전기차 중심 친환경 첨단 교통체계 구축

2016년, 콜롬버스시의 교통수단 중 개별 자가용 이용 비율이 82% 이상이었으며, 전기자동차는 0.37%에 불과했다(Smart Columbus, 2021). 시정부는 콜롬버스시를 2050년까지 인구 백만의 도시로 육성하고자 계획했기 때문에, 이에 따른 내연기관 자가용의 증가에 의한 교통체증과 대기오염을 우려하고 있었다.

이에 따라 주요 출자자인 Paul G. Allen Family Foundation은 1) 탈탄소 에너지 및 첨단 에너지 그리드 조성, 2) 고속 전기 운송수단 도입, 3) 복합 대중교통망 조성, 4) 전기자동차 구매 촉진, 5) 전기차 충전 인프라 확대 등을 최우선 과제로 제시하였다. 이러한 목표는 현재 상당부분 달성되었는데, 2020년 5월 기준으로 3,323대의 전기자동차가 판매되어 1,850톤의 이산화탄소 감축이라는 초과 목표 달성에 성공하였다.

탄소저감도 중요한 목표이지만 무엇보다 스마트 콜롬버스 프로젝트는 첨단기술을 바탕으로 다양한 생활서비스를 제공하고자 한다. 미 교통국은 4천만 달러의 기금을 출자하여, 콜롬버스에서의 연구와 실험을 통해 지역주민의 삶의 질을 높일 수 있는 첨단·통합적 교통체계 노하우를 확보하고자 한다. 스마트 콜롬버스 프로젝트는 첨단기술을 바탕으로 하는 8개 주요 계획내용을 제시하면서 다양한 교통관련 기술들이 현재의 일상생활과 직결될 수 있도록 하고 있다.



[그림 3-67] 자동차 연계망(Connected Vehicle Environment)

출처: Smart Columbus Project(n.d.) 홈페이지 내용 편집 정리.

[표 3-3] 2021년 현재 Smart Columbus Project의 주요 사업

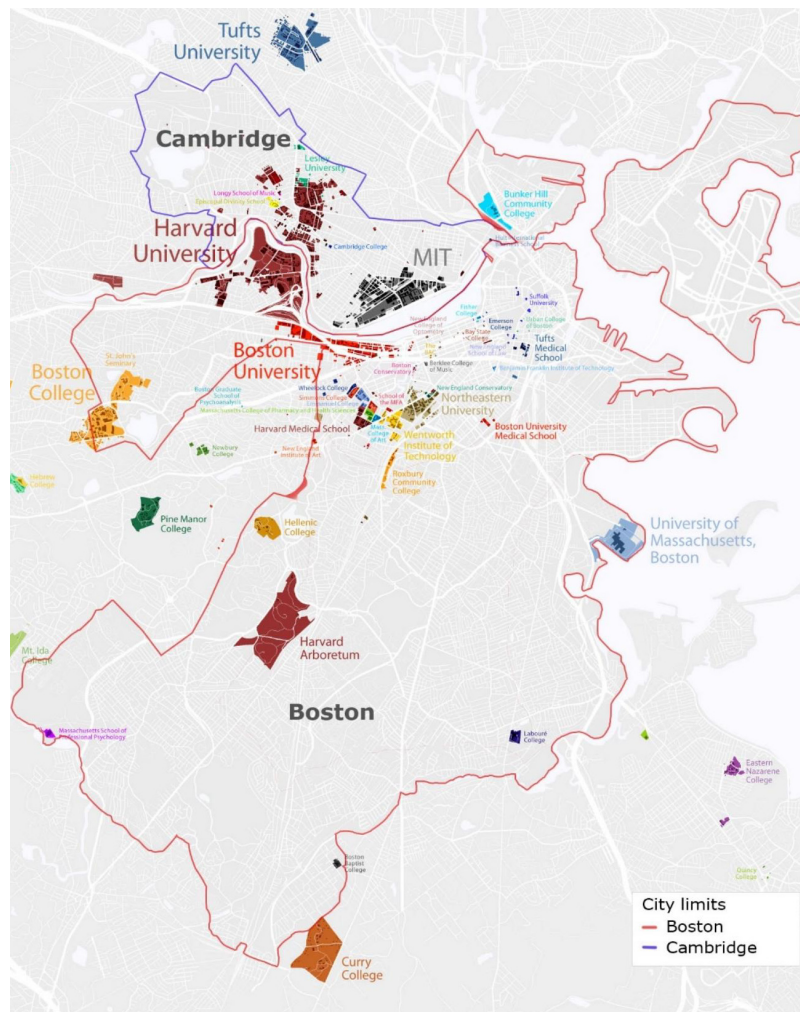
사업명	주요 사업추진 내용
자율주행 셔틀버스 (Connected Electric Autonomous Vehicles)	·Linden 지역은 미국 최초로 주거지역에서 자율주행 셔틀버스를 운영한 사례
산모지원 서비스 (Prenatal Trip Assistance)	·산모들의 이동지원과 관련된 연구를 (Rides4Baby) 진행하면서 143명의 산모에게 이동지원 서비스 제공 ·산모들의 근린시설 이용이 대폭 확대
통합교통 어플 (Multimodal Trip Planning Application)	·최적 교통수단, 이동 시간, 거리 등의 정보를 제공하여 이용자들이 손쉽게 적절한 교통수단을 선택하고 환승할 수 있도록 함
자동차 연계망 (Connected Vehicle Environment)	·1천 대 이상의 자동차들이 참여하고 있는 프로젝트로, 85개 인터체인지 구간과 7개 충돌위험 구간, 차량간 상호 정보교환을 통해 비상상황에 대처하고 스쿨존에서 속도를 저감하도록 유도하는 등 도로안전을 제고
주차 (Event Parking Management)	·시내 주차장 정보 제공을 통해, 빠르게 주차장을 검색하고 불필요한 차량이동을 줄이도록 지원
스마트 모빌리티허브 (Smart Mobility Hubs)	·6개의 스마트 모빌리티 허브가 버스, 개인 교통수단 및 공유 녹색교통수단 간의 환승을 용이하게 하고, 전기차량 충전소 제공 ·대중교통 및 녹색교통 이용 확대 유도
인지장애인 지원 (Mobility Assistance for People with Cognitive Disabilities)	·WayFinder 앱을 통해 보호자의 차량에 의존하지 않고 독립적으로 대중교통수단을 이용할 수 있도록 지원 ·31명의 인지장애를 가진 사람들을 대상으로 1년간 실험을 진행한 결과 높은 수준의 독립적 활동을 가능하게 함
스마트 운영체계 (Smart Columbus Operating System)	·오픈소스 소프트웨어를 기반으로 쉽고 경제적인 운영체계를 구축 ·2천개 이상의 데이터 셋을 기반으로 15초 간격으로 자동차 연계망에 접속하여 거의 실시간으로 데이터를 처리

출처: Smart Columbus Project(n.d.) 홈페이지 내용 편집 정리.

(2) Boston-Cambridge Innovation Districts

□ 높은 수준의 교육기관과 혁신기업 인프라 생태계 조성

Boston-Cambridge Innovation Districts는 미국 보스턴 메트로폴리탄 지역 내 인접한 보스턴과 캠브리지의 혁신지구들이다. 공공부문과 민간부문의 주체들이 협력을 통해 도시 내 중요한 경제적 자산인 기업들과 스타트업 기업들이 들어설 수 있는 환경을 구축하는 것이 Innovation Districts의 핵심 목표이다.



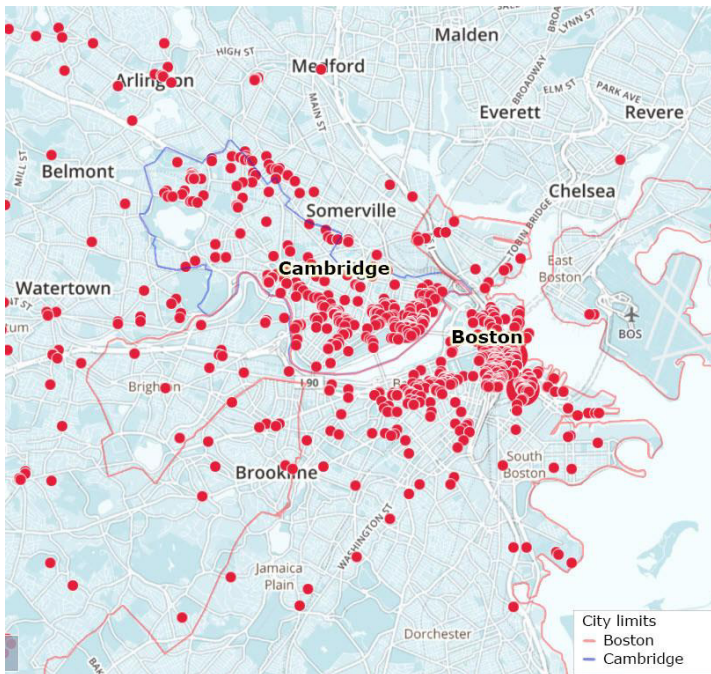
[그림 3-68] 캠브릿지시와 보스턴시의 주요 고등교육기관 및 대학 분포도
출처: Bevilacqua C. et al.(2019). p.15.

특히나 Boston-Cambridge Innovation Districts가 성공사례로 언급될 수 있었던 가장 큰 배경은 보스턴 메트로폴리탄에 위치한 고등교육기관들 간의 상호 연결과 긴밀성에 있는 것으로 보여진다.

보스턴과 캠브리지에는 세계적으로도 유명한 하버드, MIT, 노스이스턴 대학, 보스턴 대학 등이 위치해 있을 뿐만 아니라, 의학, 예술, 심리분석, 사회교육 등 다양한 분야의 대학 및 고등교육 시설들이 매우 밀집되어 있다. 이는 다양한 분야들이 서로 연결되고 융합되는 환경, 전문가들이 교류할 수 있는 생태계가 조성된다면 첨단기술들이 지속적으로 창출될 수 있음을 의미한다.

□ 공간적 네트워킹을 통한 시너지 창출

디스트릭트 내에 위치한 스타트업 기업들의 위치들은 공간적 규모보다는 상호 연결과 공간적 네트워킹과 매우 밀접한 관련이 있음을 보여준다. 스타트업 기업들은 단순히 주요 4개 대학들 주변에 위치하는 것이 아니라, 서로 다른 성향의 연구기관들의 사이, 물리적·공간적 네트워킹이 가장 원활한 보스턴시 도심에 집중되는 경향을 보인다.



[그림 3-69] 캠브릿지시와 보스턴시의 스타트업 분포도

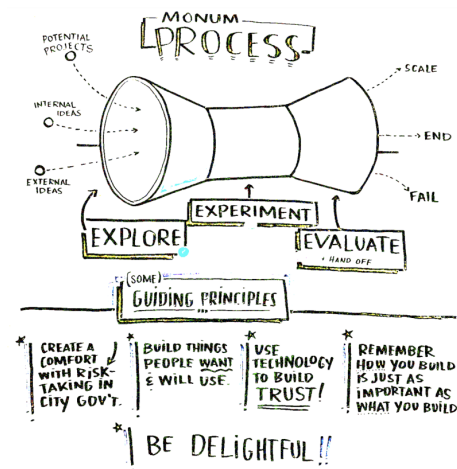
출처: Bevilacqua C.et al.(2019). p.16.

□ 다양한 주체들 간 교류와 융합을 통한 계획 수립

Boston-Cambridge Innovation Districts 전략의 핵심은 교류와 융합이다. 계획에서 혁신은 다양한 주체들 사이에서 교류와 융합을 통해 창출되는 결과물이다. 즉, 다양한 주체의 역할과 교류는 이 전략의 시작이자 근간이다.

2010년 신설된 시장 직속 연구 및 설계 기관인 Mayor's Office of New Urban Mechanics(MONUM)는 도시정책과 관련된 모든 이슈들을 다루며 공공자산들과 사회기반시설들의 활용, 정책적 지원을 담당하고 있다. 특히 개별 프로젝트들의 성과보다는 지역사회의 참여와 정책교류를 중요시한다. 혁신이 전문가나 기업이 집단에 한정되지 않고 지역에 깊이 뿌리내릴 수 있도록 하는 것이 지방정부의 가장 큰 역할이다.

이 과정에서 신뢰와 소통은 가장 중요하게 다루어지며, 위험을 감수할 수 있도록 보장하는 것, 지역사회의 요구를 정확히 인식하는 것, 신뢰구축을 위해 첨단기술을 적극적으로 활용하는 것, 결과보다는 과정을 중시하는 것이 정책 수립의 4가지 원칙이다. 직접적인 결과물을 만들어내는 기업들 외에도 비영리단체와 민간 큐레이터 기업들도 중요한 역할을 수행한다.



[그림 3-70] 신뢰와 소통 중심의 보스턴시 MONUM 추진전략

출처: Bevilacqua C.et al.(2019). p.18. (좌측 다이어그램) /City of Boston(2018). p.1. (우측 사진)

□ 스타트업 기업 육성 및 업무공간 공유 서비스

Masschallenge는 기업들의 생산성 향상을 지원하는 비영리단체로, 관련 기업들을 서로 연계해주고 Seaport Innovation District 지역 재생을 목적으로 기업법인들과 기금, 정부 간의 재정적 파트너십을 관리하는 것이 주요 업무다. Masschallenge는 매해 수백 건의 진흥 프로그램들을 운영하고 있으며, 특히 현금 지원 프로그램은 1천개 이상의 스타트업 기업들을 육성하는데 중요한 역할을 하였다. 그 밖에도 Masschallenge은 시정부와 개발업자들 사이에서 협상과 중재의 역할을 담당하면서 시정부의 지원으로 Seaport Innovation District 내 옛 대형 산업건축물의 일부를 무상으로 제공받고 있는데, 현재는 Autodesk와 같은 대기업들이 같은 건물에 입주하면서 오히려 지역 부동산 가치를 두배로 높이기도 했다(Bevilacqua C.et al. 2019, p.19).

Kendall Square Innovation District에 위치한 Cambridge Innovation Centre(CIC)는 스타트업 기업들의 인큐베이터 역할을 하는 중개업체다. CIC의 업무공간 공유 서비스는 저렴한 비용으로 높은 서비스 수준의 업무공간들을 제공하는 것 이외에도 업무의 유연성과 상호교류 증진을 높이는 역할을 한다.



[그림 3-71] CIC 내부 사무실

출처: CIC 홈페이지(n.d.).

3) 오스트리아의 스마트시티

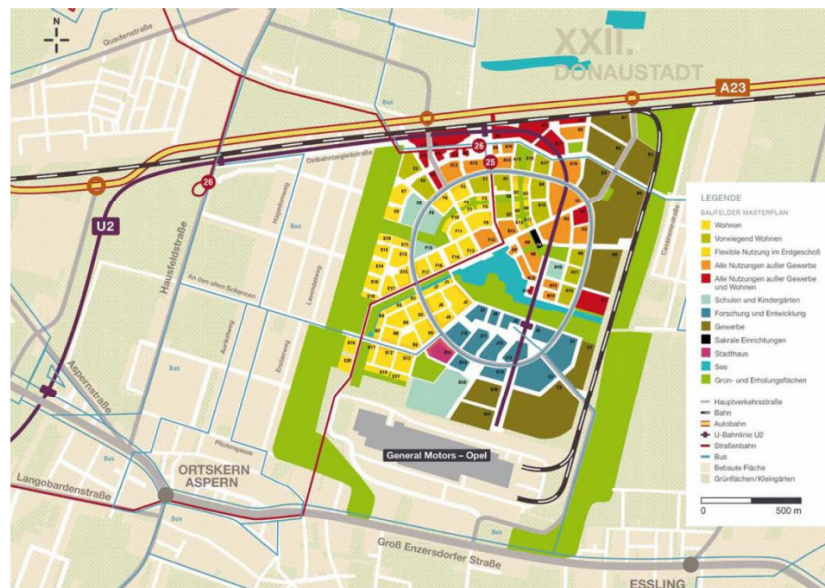
(1) Aspern Smart City

2013년 Aspern Smart City Research Society가 출범하면서 비엔나 북동부 지역에 총면적 약 240ha, 인구 2만명, 일자리 2만개를 목표로 한 스마트시티 개발 사업이 시작되었다(Christoph Hammerschmidt 2013). 계획은 2028년까지 단계적 개발을 제시하고 있으며, 도시개발의 새로운 접근방식을 위한 테스트베드로 개발하고 있다.

□ 친환경 저탄소, 효율적 자원 활용을 위한 스마트기술의 적용

Aspern 스마트시티는 다른 유럽의 스마트시티 사례들과 동일한 원칙을 기반으로 한다. 지역주민을 최우선으로 하는 스마트기술의 적용과 친환경 저탄소, 효율적 자원 활용이 가장 중요한 과제로 제시된다. 따라서 실행계획도 존재하고 엄연히 도시개발계획이지만 연구 과정이자 새로운 도전임이 강조된다.

추진 주체인 Aspern Smart City Research(ASCR)는 스마트기술 서비스 제공 기업, 공공기관, 민간기구 등이 컨소시엄을 이루어 사업을 추진하고 있다.



[그림 3-72] Aspern+ citylab이 2010년 작성한 지구도면

출처: Wien 3420 외(2014). p.11.

□ 6개의 특성화지구 계획

아스페른 스마트시티는 6개의 특성화지구로 구분되어 계획되었다. 공간특성에 따라 예상되는 사람들의 행동패턴에 따라 오픈스페이스의 형태와 활용방법을 모색한다. 6개 지구는 호수를 중심으로 마치 피자조각 모양으로 나뉘어져 있는데, 지구마다 각기 다른 정체성을 설정하고, 도로나 거리의 형태도 이러한 지구 특성에 따라 다르게 설정하고 있다. 사람들이 운집하고 야외행사나 호수에서의 야외활동을 장려하기도 하지만 승마나 산책, 여가를 즐길 수 있는 야외공간도 다양하게 계획하고 있다.



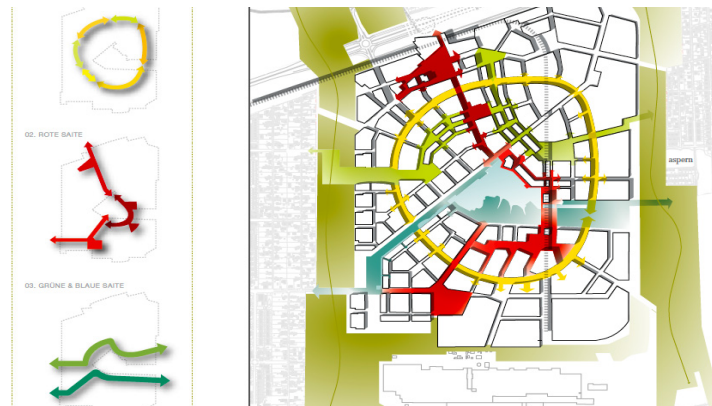
[그림 3-73] 6개 지구 특성화 계획

출처: Wein 3420 aspern development AG.(2009). p.26-27.

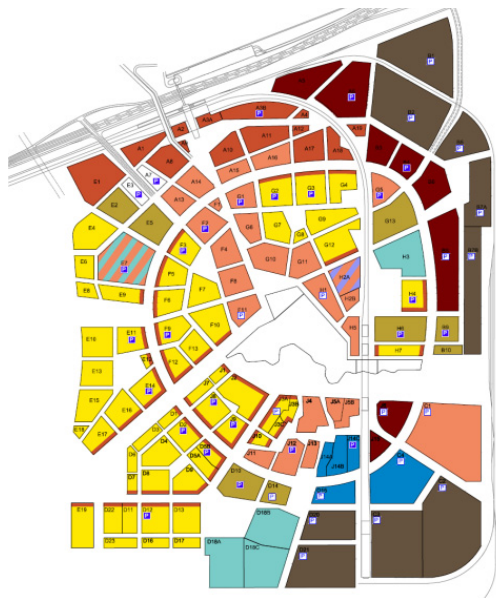
이렇게 나뉘어진 각기 다른 6개 지구는 3가지 연결축(환형축, 적색축, 청색 및 녹색축)으로 연결되어진다. 환형축은 각기 다른 정체성을 가진 지구들을 고리 모양으로 관통하면 연결한다. 따라서 가로 위에서 다양한 행동패턴들이 만나는 접점이자 연결선이다.

청색 및 녹색축은 대지를 가로지르는 수변공간과 녹지공간으로 이루어진 축들이다. 수변과 녹지에서 다양한 이벤트들과 교류가 일어날 수 있도록 각각의 포켓 공간들이 구성되어 있다. 그러한 포켓공간들은 독립적이면서도 동시에 강력한 선형의 연결성을 확보하고 있다. 다양한 연령층과 각기 다른 사회적 활동들을 장려하면서 동시에 교류를 통해 지역의 유대감을 형성하고 하나의 지역 공동체로서의 정체성을 확보하고자 한다.

가장 주목해야 할 부분은 적색축이다. Score for Public Space에서 적색축은 상업 및 문화활동을 통해 지구전체에 생명을 불어넣는 동맥으로 묘사된다. 3개의 섹션으로 나누어져 있지만 통일된 디자인이 적용되고 있다. 두 개의 24시간 운행되는 대중교통 허브를 중심으로 적색축의 양단을 유기적으로 연결하여 다양한 그룹들의 각기 다른 활동들이 유지될 수 있도록 한다. 따라서 파사드의 1층부는 주요한 공간요소로서 상업시설들은 적색축을 따라 배치한다.



[그림 3-74] Score for Public Space 공공공간의 세 가지 연결축
출처: Wein 3420 aspern development AG.(2009), p.23.



[그림 3-75] Aspern 시행계획 토지이용계획도
출처: Wien 3420 외(2014), p.15.

(2) Graz Smart City

‘My Smart City Graz’는 오스트리아에서 두 번째로 큰 도시인 그라츠에서 2015년부터 조성 중인 스마트 도시 계획이다. 총 면적 14만㎡에 3,000명(920가구) 규모로 50개 상점 및 오피스, 스마트모빌리티 시설 등을 설치하는 등 과거 산업시설들이 입지했던 지역을 스마트 탄소중립 도시로 재생시키는 것이 최종적 목표이다.

□ 스마트 탄소중립 도시: 건축물 에너지 효율, 친환경 전력 생산, 교통수단 혁신 계획은 건축물 에너지 효율, 친환경 전력 생산, 교통수단 혁신을 통해 이러한 목표를 달성하고자 한다. 특히, 그라츠시의 주요 대중교통인 트램을 연장하고 전기차 공유 프로그램, 도시 내 차량통행 억제를 통해 탄소배출을 줄이면서 안전한 오픈스페이스를 건축물 사이에 다양한 형태로 배치하고 있다.



[그림 3-76] My Smart City Graz 계획 조감도

출처: My Smart City Graz 홈페이지(n.d.).

□ 혁신, 디자인, 이동수단에 있어 최신 기술 도입

그라츠는 UNESCO 세계유산의 도시이자 유럽 문화수도로 일컬어지는 유럽의 대표적인 역사 도시 중 하나이다. 하지만 Kunsthaus Graz로 대변되는 혁신과 디자인의 도시이기도 하다. 또한, 이동수단에 있어서도 최신의 기술을 적극적으로 받아들여 온 도시이기도 하다.

오스트리아의 스마트 시티 관련 정책은 교통혁신기술부(BMVIT)가 주도하고 있는데, 스마트하고 지속 가능한 운송 체계, 지능화된 건축물 에너지 관리 등을 중점적 목표로 설정한 BMVIT의 정책방향은 오래된 건축물과 다양한 교통수단이 공존하는 그라츠가 정책적으로 부합함을 설명해준다.



[그림 3-77] 도입 당시 혁신적이었던 그라츠의 이동수단들

출처: 트램(위) hampage(n.d.) / 등반 열차(아래) graztourismus(n.d.) / 내부 엘리베이터 (오른쪽) pinterest(n.d.).

□ 스마트기술을 고려한 공간계획

이러한 도시적 특성은 역사도시임에도 불구하고 스마트 모빌리티, 신재생에너지 및 에너지 고효율 건축기술을 적극적으로 도입하는 ‘역사 속의 혁신’은 공간 계획에서도 이어지고 있다. 쇠퇴한 공업지역의 역사를 간직하면서도 도시의 장점인 문화, 과학, 교육, 연구, 관광과 연계하고 친환경 첨단기술과 접목시키고자 하는 전략은 공간디자인에서도 드러난다.

My Smart City Graz 계획 중 ‘스마트시티 사우스’의 경우, 다양한 색체의 컨테이너 박스들로 경직된 단면을 대대적으로 바꾸었다. 또한, 대지 전체를 들어올린 필로티 위에 한쪽 면이 열린 전통적인 중정형 구조를 통해 독립적이면서도 개방된 오픈스페이스를 확보하고 있다.



[그림 3-78] My Smart City Graz 공사 및 완료 현장 사진

출처: (좌) Freie Lokale Graz(n.d.) / (우) wesiak(n.d.).

문화공간인 헬무트 리스트 할레 (Helmut List Halle) 역시 공장을 연상시키는 파사드 안에서 새로운 문화활동이 벌어지는 공간이다. 이처럼 그라츠는 스마트 시티라 하더라도 공간적으로는 역사성의 표현과 전통적 구조가 가지는 장점을 유지할 필요가 있음을 보여주는 사례가 될 수 있다.



[그림 3-79] 문화공간 헬무트 리스트 할레

출처: film commission graz(n.d.).

4) 네덜란드 헬몬트 Brainport Smart District (BSD)

□ 에너지·식량 생산, 수자원·데이터 관리, 혁신적 교통시스템 기반 스마트도시
헬몬트(Helmond)는 네덜란드 북브라반트주(North Brabant) 아인트호벤 광역시(Metropoolregio Eindhoven)에 속한 도시이다. 2018년 헬몬트시 Brandevoort 지역에 창조적이고 지속가능한 스마트시티인 Brainport Smart District(BSD) 계획이 착수되었다. 2019년부터 시작된 스마트시티 건설은 2029년까지 10년간 1,500가구, 12ha 상업지역을 개발로 이어질 예정이다.

기본적으로 BSD의 smart neighbourhood 전략은 유럽의 다른 스마트도시들의 계획들과 크게 다르지 않다. 에너지 및 식량 생산, 수자원 및 데이터관리, 혁신적 교통시스템을 기반으로 유대감이 강한 지역으로 개발하는 것이 계획의 주요 목표이다. 계획에 포함된 스마트 교통신호, 스마트 쓰레기 수거, 스마트 놀이터 관리 등도 보편적 스마트시티 전략이다.



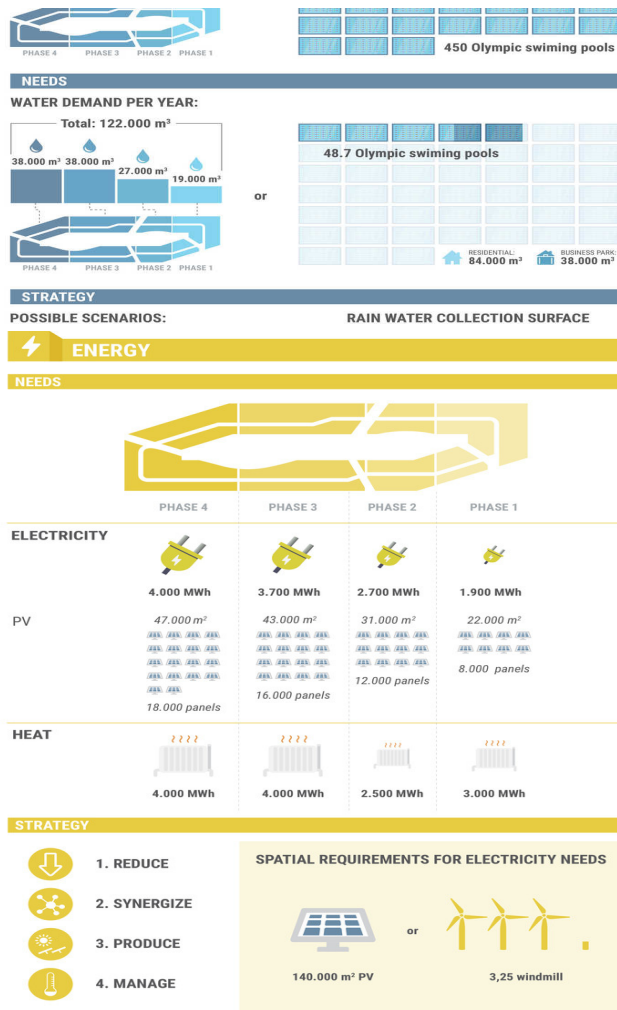
[그림 3-80] 브레인포트 스마트지구 설계개념 및 조감도

출처: Rethinking The Future Awards(n.d.).

□ 학습을 통한 설계-시행 동시 진행과 지역주민들의 참여와 혁신 촉진

BSD가 가지는 다른 도시개발계획과 가장 큰 차이점은 계획 및 사업시행 과정과 높은 수준의 지역 데이터 수집에 있다. 우선, 일반적으로 도시개발은 선계획-후시행의 과정을 거친다. 하지만 BSD는 설계와 시행이 동시에 진행되는데, 이는 BSD의 계획이 실험과 시행을 통한 학습(learning by doing)을 통해 지속가능하

고 고유한 주거환경을 조성함을 목표로 하기 때문이다(urbanNext 2021). 따라서 BSD는 마치 AI의 자율학습 프로세스와 같이 지역 내에서 수집된 데이터를 대량지 중앙을 가로지르는 하천을 따라 조성된 중앙공원 주변으로 복합된 주거, 상업, 자연 용도가 성장과 혁신을 거듭하며 확대되도록 계획되었다.



[그림 3-81] BSD 내 생산 및 관리 데이터 수집과 수요관리

출처: UNstudio(n.d.).

BSD living lab 전략의 목표는 건축물과 경관 사이에 새로운 관계를 설정하고 그러한 상호관계를 기반으로 물리적 환경의 질을 높이는 것이다. 자연지역은 경관으로서의 역할에 그치지 않고 식량, 에너지, 물, 폐기물처리, 생물다양성 보존 등 생산적 공간으로 적극적으로 활용된다. 따라서 BSD의 공간계획은 매우 가변적이며, 지역주민들의 참여와 혁신을 촉진하는데 중점을 두고 있다.

□ 높은 수준의 정보 수집 및 공유

BSD에서는 지역주민의 경도와 위도를 포함한 위치 데이터, 심박수, 얼굴사진 등 개인정보보호를 우려할 정도로 높은 수준의 개인정보들을 수집하고 있다. 정보 수집을 위해서 지방정부와 대학들은 지역주민들에게 자금을 지원함으로써 데이터의 수집과 공유 등을 동의받고 있다.

주민들은 데이터의 소유, 도시 내 생산, 개발과 관리에 대한 결정에 직접적으로 참여하게 된다. AI가 지속적으로 데이터를 수집하고 학습하여 외부의 관리자의 통제에서 벗어나 혁신적 대안을 모색하는 것처럼, BSD 주민들이 자신이 살고 있는 도시의 데이터를 스스로 생산하고, 지역 문제를 스스로 결정하며, 나아가 도시를 지속적으로 확장시키고 개발하는 혁신적인 계획 모델을 제시하고 있다.

□ 다양한 도시 경관과 밀도, 토지이용 구성

BSD 계획에서 미래에 대한 대응은 지속적인 발전과 협력, 혁신이다. 이 과정에서 다양성은 중요한 키워드이며, 10개로 나누어진 남북으로 기다란 대지들은 다양한 도시와 경관의 밀도와 토지이용을 제공한다.

각각 다른 생태환경 및 건축환경 안에서 주민과 파트너십 주체들은 다양한 데이터를 생산해내고 혁신적이고 지속적인 도시의 성장을 계획하도록 설계되었다.

이러한 실험적 시도들의 결과물은 Smart Cities Innovation Space를 중심으로 통합되어 다양한 분야의 이해관계자들과 파트너십을 구축한다. 이곳에서 자료의 통합, 학습, 엔지니어링 설계, 기업과의 연계가 이루어지며, BSD는 사회적 통합을 통해 스스로 계획하고 실천하고 확장되는 도시가 되도록 설계되었다.



[그림 3-82] BSD의 Smart Cities Innovation Space

출처: Brainport Smart District(n.d.).

5) 핀란드 칼라사타마(Kalasatama) 스마트도시

□ 청정 스마트 도시기반시설과 서비스를 통한 삶의 질 증대

핀란드 헬싱키에 공업지역이었던 칼라사타마는 200개 이상의 다양한 파트너들이 협력하여 청정 스마트 도시기반시설과 서비스를 조성하기 위한 테스트베드로서, 가장 성공적인 스마트시티 중 하나로 꼽히고 있다. 2035년까지 1.75km² 면적에 25,000명의 거주자와 만 명의 일자리를 창출하는 것이 목표다.

‘하루에 한 시간의 여유시간을 더하기’는 칼라사타마의 슬로건이자 목표이다. 다양한 주체들의 참여를 바탕으로 한 질 높은 생활 서비스와 시내까지 6분이면 이동할 수 있는 지하철은 보다 편리하고 효율적이며 향상된 삶의 질을 제공하고자 한다.



[그림 3-83] 하루에 한 시간의 여유시간을 더하기

출처: SmartKalasatama(n.d.).

□ 지역 커뮤니티 중심 스마트기술 서비스 제공

칼라사타마에서 진행되고 있는 프로젝트들을 살펴보면 다양한 계층을 대상으로 교육에서부터 비즈니스, 상업, 문화예술, 노년층 및 건강, 교통 등 폭넓은 서비스 가 고려되고 있음을 알 수 있다.

IoT나 스마트 그리드, 신재생에너지 기술, 크라우드 펀딩, 공동 주거계획 같은 혁신적 접근법들을 실생활에 접목시키는데 공을 들이고 있으며, 이러한 노력들이 사회기반시설을 스마트하게 계획하고 활용하는 방향으로 지속되고 있다는 점에서 높은 평가를 받고 있다.

특히 피수베르크(건축물 및 지역 데이터 공유), 맞춤형주거, 공동 시니어 하우스, 미래학교, LED조명 공동텃밭, 태양광 공원, 팝업 팩토리 등 세부계획들은 칼라

이러한 계획적 특성은 계획의 진행 방식에도 분명하게 드러난다. 각종 시설들의 건설은 지역 내 의견들을 바탕으로 매우 장기적으로 이루어진다. 스마트 에너지 그리드, 스마트 장소 공유, 인터넷 기반의 개별 맞춤형 서비스, 스타트업 중심의 새로운 생활서비스(agile piloting)가 칼라사마타의 핵심적 스마트 인프라스트럭처이다.

[illegible]

출처: Smart Kalasatama 홈페이지 내용 정리.

6) 멕시코 Smart Forest City Cancun

□ 식물 식재, 재생에너지와 수자원을 활용한 에너지 자립 목표 공간계획

이탈리아 Stefano Boeri 건축설계사무소가 설계한 칸쿤 Smart Forest City 프로젝트는 557h, 13만 명의 인구를 수용할 수 있는 멕시코의 새로운 Forest City 계획 방향을 보여준다(Stefano Boeri Architetti 2019).

중앙공원이나 지붕녹화 및 친환경 파사드를 적극적으로 활용하여 전체 면적의 약 35%(365h)에 350종의 식물을 식재하면서, 동시에 재생에너지와 수자원 활용을 적극적으로 반영하는 공간계획을 수립하여 에너지 자급자족을 목표로 설계되었다.



[그림 3-84] 칸쿤 스마트시티의 위치

출처: dezeen(2019).

□ 태양에너지와 수자원을 통한 에너지 생산

카리브해의 풍부한 일조량은 식물과 물을 핵심적 계획요소로 고려할 수 있는 칸쿤 스마트 그린시티의 전제조건이다. 설계자인 건축가 Stefano Boeri는 칸쿤 스마트 그린시티를 ‘야외 식물원(botanic garden)’로 정의했다. 우선 총 750만 그루의 식재가 계획되었는데, 이에 따른 연간 탄소흡수량은 약 11만6천 톤, 연간 탄소저장량은 5천8백 톤으로 기대하고 있다(Designboom 2019).

이와 더불어 탄소발생량 저감을 위해 도시 내에서는 지역주민이 소유하거나 방문객이 이용하는 내연기관 자동차가 엄격히 제한되고 전기자동차 이용 및 첨단 교통체계 구축이 중요한 계획 목표로 제시되고 있다.

일반적 그린시티 계획과 유사하게, 태양광에너지 역시 계획에서 주요 에너지 생산원으로 제시되지만, 칸쿤 스마트 그린시티 계획에서 가장 중요하게 다루는 자원은 물이다. 지속가능하게 수자원을 확보하고 물을 통한 에너지 생산은 계획의 핵심적 요소이다.



[그림 3-85] 칸쿤의 태양광에너지 및 인공운하 연결 예시도

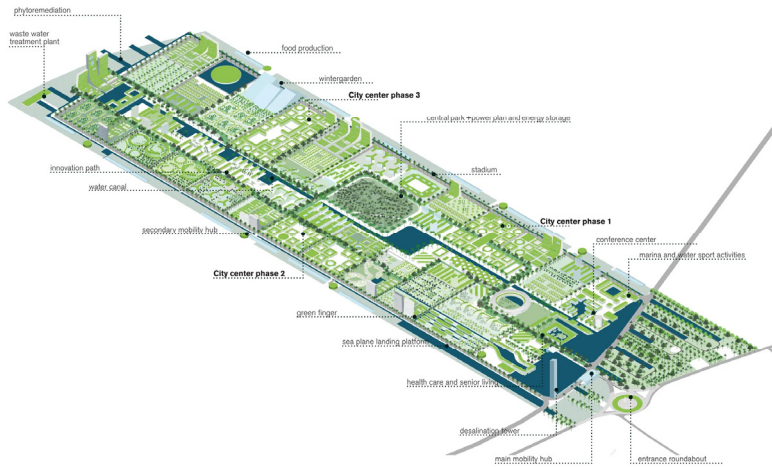
출처: Stefano Boeri Architetti(2019).

□ 하수처리시설, 운하, 교통허브, 공공 및 개인 정원, 담수화시설과 상수도 시설을 통한 지속가능성 확보

칸쿤 스마트 포레스트 시티 공간계획에서 두드러진 점은 그린시티를 위한 도시의 프레임워크 구축을 강조하면서도, 개별 건축물에 관해서는 비결정적 계획을 통한 유연한 발전을 추구하고 있는 점이다.

에너지 사회기반시설과 관련된 이동수단, 녹지의 확보, 지속적 개발, 보행 및 자전거 통해 모든 서비스를 제공받을 수 있는 공간구성은 엄격한 반면, 건축물에 부착된 데이터 측정 및 수집 장비들과 빅데이터 수집 및 관리를 통해 주민 서비스와 건축물 형태의 다양화를 추구하고 있다.

탄소중립을 위해서 운하로 구획되는 공간구조는 자동차를 통한 이동 및 도시공간의 무분별한 확장을 제한하지만, 수자원 기반의 녹지 형성 및 에너지 생산 등 친환경 전략을 가능하게 하고 있다.



[그림 3-86] 칸쿤 스마트시티의 공간 계획

출처: dezeen(2019).

이 과정에서 스마트 기술은 더 친환경적 솔루션, 라이프스타일, 행동패턴을 개발하고 제시할 수 있는 기반을 제공한다. 이를 통해 도시는 절약하고, 고치고, 다시 쓰고, 재활용하는 '4R 전략'(Reduction, Repair, Reuse and Recycling)을 통해 친환경 상품과 서비스가 순환되는 경로를 구축하게 된다.

탄소중립 및 에너지 자립과 관련된 기반시설에 대한 유기적 연결성은 도시의 단계적 확장전략과 자원의 복합적 이용 전략에서도 드러난다. 예를 들어 칸쿤 스마트 시티에서 물은 에너지원이자 담수화를 통한 농업 및 생활용수이며, 이동통로이자, 탄소저감 및 디자인 요소인 도심 녹지를 위한 용수이며, 처리와 재사용의 대상이기도 하다. 그러한 측면에서 계획은 하수처리시설, 식량생산, 겨울정원, 운하, 교통허브, 공공 및 개인 정원, 담수화시설과 상수도 시설을 강조하고 있다.

무엇보다 중요한 것은 이러한 계획과 시도들을 평가하고 점검하고 발전시키기 위해 스마트 기술의 필요성을 강조하고 있다는 것이다. 스마트 기술은 도시가 계획적 이상에 그치지 않고 성장하고 개선하기 위한 지속성을 확보하는 중요한 전략으로 제시된다.

4. 소결

1) 공간 기반 스마트 기술·서비스 조사 결과 논의

(1) 모빌리티로 인한 공간 변화

□ 근거리 이동 수단의 이용 증대로 인한 공간 확보

근거리 통행은 보편적으로 보행, PM, 자전거 등으로 이뤄진다는 점을 고려해 미래 도시공간 가로환경 계획 요소 및 도시 상으로서 이들을 충분히 반영할 필요가 있다. 그 예로 서울 따릉이(공유자전거)의 경우 코로나 19 이후 2019년 동월(1~4월) 대비 약 57%가 증가(2020년 기준)하였으며 나눔카(공유차)의 경우 역시 125~127% 이용자가 증가하였다.

□ 자율주행차량의 도입에 따른 가로환경 공간특성 제시

자율주행차량 도입의 경우 도시 공간에 급속한 변화를 유도하는 계기가 될 것으로 예측되며, 캐나다 토론토의 경우 2035년에는 완전 자율주행차량 도입에 따른 도시 내 교통환경 변화로 전과 다른 가로환경 공간특성을 제시하고 있다.

정부는 ‘미래 자동차 산업 발전 전략(2030년 국가 로드맵)’에 따라 투자와 시범 적용을 확대하고 있다. ‘24년까지 전국 주요도로에 레벨4 수준의 완전자율주행에 필수적인 차량 통신, 정밀지도, 교통관제 시스템, 도로시설을 구축하고 있다.’⁹⁾

현대자동차와 도요타자동차는 ‘20년 CES 가전박람회’에서 모빌리티가 바뀌는 새로운 미래 모습을 제시하였다. 현대자동차는 자율주행 셔틀과 플라잉카를 연동하는 스마트시티의 모습을 제시하였으며, 도요타자동차는 사용자, 자율주행 셔틀, 건물의 조화를 통한 스마트시티의 모습을 제시하였다.

현대자동차의 미래 도시에는 자율주행 셔틀과 플라잉카를 연결하는 여러 개의 허브가 설치되어 있다. 큰 도시 곳곳에 허브를 설치하고, 자율주행 셔틀로 허브까지 이동하여 플라잉카를 통해 도시 곳곳이나 다른 도시로 이동하는 교통시스템이다.

9) 레벨4는 운전자가 돌발상황에 주의를 기울인다는 조건만 달린 사실상 완전한 자율주행 기술이다. 이를 구현하기 위해서는 차량 통신망, 정밀지도, 교통관제 시스템, 자율주행 도로시설, 자동 주차를 위한 실내 GPS를 갖춘 건물 등이 수반되어야 한다.



[그림 3-87] 현대자동차가 구상하는 자율주행 도시

출처: 이연춘(2021).

도요타자동차는 자율주행 셔틀과 사람의 공존을 주제로 하는 새로운 스마트시티 (Wooven City)를 건설하겠다는 계획을 발표했고, 현재 실제로 건설이 추진 중인 프로젝트다. Wooven City는 일본 시즈오카현의 도요타공장과 주변 부지를 활용하여(70만 m^2) 자율주행 스마트시티로 개발하고자 하는 도시개발 사업으로, 사람과 자율주행 셔틀이 도로를 공유하고 건물과 도로의 사용성을 높이는 것이 도시개발의 핵심이다.



[그림 3-88] Toyota자동차에서 건설하고 있는 Wooven City

출처: 강윤화(2020).

주목되고 있는 것은 지하에 만들어지는 운송 전용 도로망으로 소형 자율주행로봇들이 물건을 운송하고 엘리베이터를 통해 각 세대의 거실로 직접 물건을 배달한다는 점이다. 또한, 도요타의 전기차 모델인 'e-팔레트' 등 무공해 자율주행차 등이 주행할 수 있는 차량도로, 보행자와 개인형 모빌리티 서비스가 공존하는 산책로, 보행자 전용의 공원 산책로로 도로를 다양하게 설계하였다.



[그림 3-89] 도요타 우븐시티의 다양한 도로 유형 및 전기차 모델

출처: (상단 좌) RYAN CITRON(2020) / (상단 우) gigazine(2020)/ (하단) 이견한(2020).

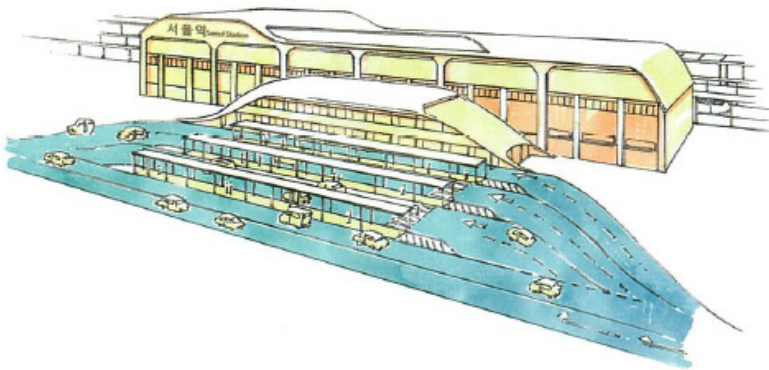
(2) 자가용 감소에 따른 도시공간 변화

변완희(2021, p.247;256)는 자율주행차와 공유자동차로 인해 개인 소유의 자동차 수가 감소하고, 더불어 주차장도 약 46~93% 사이에서 감소할 것으로 예측하였다. 특히, 도로면적도 상당 부분 감소시킬 것이라고 주장하였다. 줄어든 주차장과 도로 공간에는 공원, 노천카페, 주민 커뮤니티 공간과 보행자나 자전거, PM을 위한 공간이 들어설 것으로 보았다.

그 중에서도 현재 주차장 확보를 위한 다세대 주택의 필로티 구조 형태는 주거시설이나 상가 등 다른 용도로 채워질 것으로 예측하였고, 택시처럼 바로 터미널 입구에 내려줄 수 있는 자율주행자동차의 이점으로 인해 터미널의 차량 광장 공간도 택시 대기 공간과 비슷한 형태로 디자인되고, 기존의 대규모 주차장을 크게 줄어든 것으로 예측하고 있다.



〈다세대 주택의 필로티 공간을 주거시설이나 상가로 활용〉



〈터미널 차량 광장 공간의 변화〉

[그림 3-90] 자율주행차와 공유자동차로 인한 도시공간 변화

출처: 변완희(2021), p.247:256.

(3) 정보통신 발달로 인한 공간 변화

□ 생활권 반경의 축소

정보통신의 발달은 도시공간의 변화를 불러일으킨다. 생활권 반경은 점차 축소될 것이며, 도시공간 용도의 혼합과 함께 생활권 반경축소 및 고밀화를 예상할 수 있다. 따라서 생활권 단위 도시공간이 중요해질 것이다.

대표적인 국외사례로 프랑스 파리의 '15분 도시' 계획을 꼽을 수 있다. 이는 15분 이면 갈 수 있는 거리에 생활할 수 있는 인프라를 구축하는 것을 주요 골자로 한다. 도보 15분 이내 서점, 식료품점, 소상점, 학교, 문화시설, 의료시설, 공공서비스를 접할 수 있도록 도시공간을 개조하는 계획이다.

국내는 통신인프라가 안정적으로 구축되어 있는 편이나, 수도권-비수도권 간 편차가 큰 것으로 나타나고 있다. 향후에는 스마트시티 구현을 위한 IoT, CPS 등의 상용화에 대응하는 통신인프라 구축 및 도시공간에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.



[그림 3-91] 프랑스 파리의 15분 거리 프로젝트의 개념
출처: Paris(2020).

(4) 첨단 에너지 설비 도입으로 인한 공간 변화

□ 에너지 발전시설의 주거지 등 도시공간 입지

스마트시티 내 에너지부문의 문제를 스마트 기술로 해결하고, 도시 자체의 에너지 공급량을 늘리기 위해서는 스마트그리드 시스템에 신재생 에너지 발전원 등을 추가 확대할 필요가 있다. 또한, 분산자원으로 인한 에너지낭비를 최소화하고 에너지 공유 최적화를 위한 에너지 공유형 커뮤니티 활성화 및 도시생태계를 조성하는 것이 요구된다.

에너지의 효율화는 스마트도시 건설의 주요 목적인 도시환경 개선방안 중 중요한 수단으로 이해되며, 지능형 전력망(스마트그리드)은 스마트도시 내 에너지 효율화 측면에서 중요한 신기술로 논의된다.

국가시범도시인 부산 에코델타시티에서는 스마트도시 전력 수요량 예측에 따른 최적의 신재생에너지 공급을 통해 도심형 친환경 에너지 발전 모델을 구축 중이다. 친환경 에너지의 간헐적 특성을 고려하고 도심에 최적화된 발전 설비를 제안하기 위해 연료전지(SOFC) 중심의 고효율 에너지 발전원을 구성하여 발전면적을 최소화하고 전력생산에 집중하였다.

이러한 에너지 설비들은 과거에는 이격 시설로서 입지가 선정되어 왔으나, 스마트도시에서는 도심 내에 에너지 발전 시스템과 관련 설비들이 도입되어야 하는 만큼, 공간 계획 반영과 함께 관련 제도들에 대한 개선이 이루어져야 한다.

2) 스마트 건축/도시 사례 조사 결과 논의

□ 살기 좋은 도시로서의 스마트도시

앞서 기술한 스마트도시 공간계획 사례들은 스마트기술을 바탕으로 한 다양한 전략들이 도시 공간 내에서 어떠한 방식으로 이루어졌는지를 보여줬다. 그 과정에서 스마트도시라고 해서 특정 기술들에 매몰된 동일한 공간형태를 보이지 않음을 확인할 수 있었다. 오히려 종종 스마트도시라고 명명되더라도 스마트기술과는 관계없이 살기 좋은 도시(livable city)가 되기 위한 공간계획적 장치들을 선택하기도 한다.

□ 스마트시티 전략 1: 연결성(Connectivity)

유럽의 대표적인 스마트도시 중에 손꼽히는 바르셀로나의 '슈퍼블럭' 공간전략은 넓게 보면 스마트교통시스템을 기반으로 도시구성원들의 연결성을 확대하는 것이 핵심 전략이다.

영국 맨체스터의 옥스퍼드 코리더, 네덜란드 헬몬트의 이노베이션 센터, 오스트리아 아스페른의 3색 보행연결망, 스페인 바르셀로나의 슈퍼블록 등 앞서 살펴본 사례들 대부분은 '연결성'을 다양한 공간기법으로 구현하고 있음을 보여준다.

Mora 외(2019)가 제시한 유럽의 스마트시티 사례들을 토대로, 스마트시티 설계와 시행을 위한 6가지 원칙은 이러한 관점을 뒷받침해준다(표3-5).



[그림 3-92] 바로셀로나 슈퍼블럭

출처: Anupam Nanda(2019).

[표 3-5] 스마트시티 설계와 시행을 위한 6가지 원칙

- 1) 기술 그 이상을 볼 것 (Look beyond technology)
- 2) 참여를 확대할 것 (Move towards a quadruple-helix collaborative model, 정부, 학계, 민간산업 + 주민)
- 3) 탑다운 방식과 바텀업 방식을 조화롭게 활용할 것 (Combine top-down (government-led) and bottom-up (communitydriven))
- 4) 스마트시티 전략의 기본틀을 마련할 것 (Build a smart city strategic framework)
- 5) 디지털 전환을 가속화시킬 수 있는 체계를 구축할 것 (Boost the digital transformation by establishing a smart city accelerator)
- 6) 통합적 관점에서 계획과 결과 사이의 논리를 분명히 할 것 (Adopt an integrated intervention logic)

출처: Luca Mora, Mark Deakin, Alasdair Reid.(2019). 참고하여 연구진 작성.

스마트도시는 다른 공간계획들보다 연결성을 강조하고 있다. 맨체스터 사례의 경우, 다양한 수준의 도시가 연결을 강조할 뿐만 아니라 옥스퍼드 코리더와 같이 연구시설 및 의료시설, 상업시설 등을 강하게 연결시키고자 한다.

이탈리아의 'Erzelli Smart City'와 'The Chorus Life Smart city' 사례들은 계획들이 독립적 기능의 건축군들을 강하게 연결하고자 함을 보여준다. Erzelli Smart City는 대학캠퍼스와 연구시설을 기반으로 하고, The Chorus Life Smart city 상업 및 문화시설을 기반으로 한 스마트시티 계획이지만, 공통적으로 파사드 간에 시각적 물리적 연결성을 강조하고 있다.



[그림 3-93] Erzelli Smart City(위)와 The Chorus Life Smart city (아래) 조감도

출처: (위) Caputo Partnership International(2018) / (아래) Chorus.life(n.d.).

□ 스마트시티 전략 2: 탈집중화 (Decentralization)

에너지 자립과 탄소중립은 스마트 도시계획에서 거의 공통적으로 강조되는 목표일 것이다. 따라서 신재생에너지 기술을 공간계획에서 어떻게 반영할 것인지는 중요한 과제이다. 현재 가장 보편적으로 적용되는 전기 에너지 생산기술은 태양광 발전이며, 축전기술의 발달로 활용성도 높아지고 있다.

덴마크 헬스홀름(Hørsholm) 스마트 도시계획은 6ha, 300가구의 작은 스마트 단지 계획이지만, 이러한 에너지 기술이 디자인 측면에서 어떠한 방식으로 높은 수준으로 끌어올릴 수 있는가에 대한 하나의 아이디어를 제시한다.

중앙의 언덕에 위치한 숲은 자연친화적 공간이자 중심 공간이며, 이 숲을 중심으로 원형으로 건축물들이 배치된다. 경사진 지붕의 남측은 태양광 패널로 북측은 식재로 덮여있으며, 대지는 자동차 도로 대신 보도와 녹지, 수공간으로 구성되어 있다. 따라서 '녹지'와 '신재생에너지 생산' 기술이 공간계획의 토대이며, 탈중심적 원형배치를 토대로 '스마트'한 건축물들이 들어서게 된다.



[그림 3-94] 헬스홀름(Hørsholm) 배치도

출처: Snøhetta 홈페이지(n.d.).

□ 스마트시티 전략 3: 공유(Sharing)

런던, 맨체스터, 칼라사타마, 콜롬버스, 보스턴과 같이 이미 중앙집중형 공간구조를 가진 도시들은 중심축이나 핵심지역과 주변공간의 연결성을 확대하면서 동시에 공간과 시설, 교통수단의 ‘공유’를 통해 자원을 효율성과 도시 성장의 주체인 인적자원을 교류를 제고하려는 전략을 취하고 있다.

중국의 AI 기업인 터미너스(TERMINUS)가 계획안을 발표한 AI 도시 충칭 클라우드 밸리(Cloud Valley)는 공간계획에서 요구되는 이러한 특성을 잘 반영한다. 터미너스가 자체 개발한 스마트 운영 시스템 ‘타코스(TACOS)’를 중심으로 AI, IoT, 5G 등 다양한 첨단기술을 적극적으로 활용하지만, 프로젝트 이름에서 드러나듯 클라우드 플랫폼이 중요한 개념으로 적용된다. 따라서 사람들이 소통하고 새로운 기술들이 접목될 수 있는 공간 배치 개념이 강조된다.

공유는 자원 및 자산 이용의 효율성을 위해서 중요한 개념이지만, 공간적으로는 효율성뿐만 아니라 다양한 활용과 소통을 위해서도 중요하다. 이러한 공간적 공유의 개념은 스마트 센터와 같이 하나의 건축물을 통해서도 제시되시고 하고, 광장이나 녹지 등의 오픈스페이스로 표현되기도 한다.



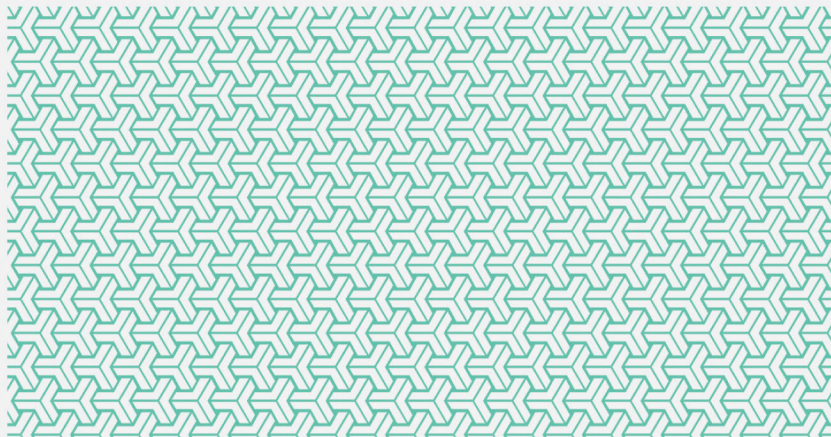
[그림 3-95] 충칭 클라우드 밸리

출처: RACHEL CORMACK(2020).

제4장 스마트도시 기술 및 서비스

특성을 고려한 공간계획 방향

Chapter.4



1. 스마트도시 기술·서비스의 공간 특성 도출
2. 미래의 스마트 도시공간 추진 전략
3. 스마트 기술·서비스를 고려한 공간 계획 방향

1. 스마트도시 기술·서비스의 공간 특성 도출

1) 공간계획이 고려되어야 하는 스마트도시 내 기술·서비스 도출

앞서 공간에 기반을 둔 스마트 기술·서비스 조사 결과에 따라 크게 모빌리티, 환경·에너지, 안전, 생활 등 4개 부문으로 유형을 구분하였고, 이에 따라 공간 계획이 고려되어야 하는 세부 기술·서비스들을 총 60가지를 도출하였다(표 4-1).

[표 4-1] 공간계획이 고려되어야 하는 스마트도시 내 기술·서비스 도출

유형	세부 기술·서비스
모빌리티 (16)	자율주행셔틀, 수소차충전소, 메가스테이션, 차량공유, 스마트파크, 로봇발렛파킹, 스마트신호등, 스마트도로, 스마트횡단보도, 스마트노면정보표시, 스마트헬터, MaaS, 교통정보제공, PM스테이션, 드론물류시스템, UAM환경
환경/ 에너지 (15)	스마트그리드 에너지관리, 마이크로그리드, 폐기물처리, 미세먼지 및 공기질관리, 제로에너지건축물, 스마트팜, 지열에너지, 침투저류형 입체보도, 차량센서기반 도로 기상정보, 압전도로기술, 융복합충전인프라, 지붕형 태양광, 태양광패널 자동 클링시스템, 친환경음식물자원화, 스마트정수장
안전 (15)	지능형 CCTV, 스마트폴, 사건사고비상대응시스템, 미세먼지저감서비스, 로봇페트롤, 보행자안전 IoT, 지능형 소화전, 지반모니터링, 스마트방음, 스마트스쿨존시스템, 스마트홍수통합관리시스템, 스마트화재안전감지, 스마트시설물 모니터링, 스마트도시안전관리체계, 자율주행감시형드론
생활 (14)	스마트학교, 스마트에듀테크, 스마트홈, City App, 스마트쇼핑, 일괄배송서비스, 가변형공연문화공간, 스마트쓰레기수거서비스, 스마트커뮤니티케어, 스마트헬스키퍼, AI응급의료시스템, 공공로봇서비스, 민간로봇서비스, 시민참여형 거버넌스

2) 공간계획을 위한 매트릭스 작성

(1) 기술·서비스 적용의 공간 단위 매트릭스

스마트도시 내 구현되는 기술·서비스를 유기적이고 문제없이 도시 공간에 적용하기 위해 계획 시 고려되어야 하는 주안점 중 첫 번째는 적용 공간의 단위에 관한 사항이다.

스마트 기술·서비스가 어떠한 공간 단위에 적용되어야 하는지를 구분하기 위해 매트릭스를 작성해 보았다. 공간 단위는 건물-주거단지-가로-지구-도시-광역·국가로 구분하였다(표 4-2).

기술·서비스 적용의 공간 단위 매트릭스 작성을 통해 개별 기술·서비스들이 어느 공간 단위 계획에서 반영이 되어야 하는지 파악할 수 있고, 이러한 공간 단위 계획시 어떠한 기술과 서비스들을 고려되어야 하는지를 가이드할 수 있다.

예를 들어, 모빌리티 유형에서 자율주행 셔틀은 주거단지 계획, 가로 계획, 지구 단위 계획 시 고려되어야 하고, 지구단위계획에서는 자율주행 셔틀을 염두에 두고 계획을 마련하여야 한다.

(2) 기술·서비스 적용 공간의 추진 주체

스마트도시 내 구현되는 기술·서비스를 유기적이고 문제없이 도시 공간에 적용하기 위해 계획 시 고려되어야 하는 주안점 중 두 번째는 바로 적용 공간의 추진 주체에 관한 사항이다.

앞서 구분한 스마트도시 서비스 공간 단위에 대한 구축 주체들을 구분하고, 각 주체별로 서비스 적용시 고려 사항과 역할을 설정하기 위한 매트릭스를 작성하였다. 공간의 추진 주체는 건축주-민간(서비스 제공자)-주민(이용자)-사업시행자-지자체-국가로 구분하였다(표 4-3).

예를 들어 제로에너지건축물은 핵심 추진 주체가 건축주가 될 것이다. 건축주는 삶의 질 향상과 도시문제 해결을 위해 스마트도시 서비스를 구현하고 이용하는 최대 주체로서, 공간 단위에서의 건물이 고려해야 할 사항들을 모두 계획하고 운영-관리를 해야 한다.

(3) 기술·서비스 적용 공간의 추진 시기

스마트도시 내 구현되는 기술·서비스를 유기적이고 문제없이 도시 공간에 적용하기 위해 계획 시 고려되어야 하는 주안점 중 세 번째는 바로 적용 공간의 추진 시기에 관한 사항이다.

스마트도시 서비스를 계획하고 도입하면서, 도시 건설 단계 차원에서 적용되고 고려되어야 하는 단계를 구분하는 것으로, 계획·설계 단계-기반 조성 단계-건축 단계-운영 단계로 구분하였다(표 4-4).

예를 들어 스마트도시를 계획하고 설계하는 단계에서는 광역적 서비스나 도시 기반시설들을 중심으로 공간계획이 고려되어야 한다. 특히 자율주행차와 PM 등 모빌리티의 운행과 관련하여 가로체계 및 설계가 고려되어야 하며, 기반 조성 과정에서 스마트그리드 체계와 폐기물 처리를 위한 체계가 구축되어야 한다.

[표 4-2] 기술·서비스 적용을 위한 공간 단위/추진 주체/추진 시기

		공간 단위							추진 주체					추진 시기			
유형	세부 기술·서비스	건물	주거 단지	가로	지구	도시	광역 국가	건축주	민간 (서비스 제공)	주민	사업 시행사	지자체	국가	계획 설계	기반 조성	건설	운영
모 빌 리 티 (16)	자율주행셔틀		○		○				○		○				○		
	수소차충전소				○	○			○		○	○	○	○			
	메가스테이션				○	○			○		○	○	○	○			
	차량공유		○	○					○		○						○
	스마트파크	○	○	○					○		○						○
	로봇발렛파크	○	○	○					○		○						○
	주차공유시스템		○	○					○		○						○
	스마트신호등			○	○							○	○		○		
	스마트도로			○	○	○	○					○	○	○			
	스마트횡단보도			○	○							○	○	○			
	스마트노면정보			○								○	○		○		
	스마트쉼터			○	○							○	○		○		
	MaaS			○	○	○			○		○	○	○				○
	교통정보제공			○	○	○			○		○	○	○				○
	PM스테이션	○	○	○	○				○		○				○		
	PM공유	○	○	○	○				○		○						○
드론물류시스템		○	○	○	○			○		○	○	○				○	
화 경 · 에 너 지 (15)	UAM환경				○	○	○		○		○	○	○	○			
	스마트그리드 에너지관리					○	○					○	○	○			
	마이크로그리드	○	○	○								○	○	○			
	폐기물처리			○	○	○	○					○	○				○
	미세먼지 및 공기질관리			○	○	○	○					○	○				○
	제로에너지건축물	○	○					○	○		○					○	
	스마트팜					○	○		○		○				○		
	지열에너지						○					○	○	○			
	침투저류형 입체보도				○	○	○	○				○	○	○			
	차량센서기반 도로 기상정보			○	○	○	○				○	○	○	○			
	안전도로기술			○	○	○	○				○	○	○	○			
	융복합충전인프라			○	○							○	○		○		
	지붕형 태양광	○	○					○	○	○						○	○
	태양광패널 자동클리닝시스템	○	○					○	○	○						○	○
	친환경음식물자원화		○						○		○				○		
안 전 (15)	스마트정수장				○	○						○		○			
	지능형 CCTV			○	○	○					○		○		○		
	스마트폴		○	○	○							○			○		
	사건사고비상대응시스템				○	○						○			○		
	미세먼지저감서비스		○	○	○	○			○		○	○					○
	로봇페트롤			○	○	○						○	○				○
	보행자안전IoT			○	○				○		○	○					○
	지능형 소화전		○	○	○				○		○	○					○
	지반모니터링				○	○						○			○		
	스마트방음		○	○								○			○		
	스마트스쿨존시스템		○	○	○							○					○
	스마트홍수통합관리시스템				○	○						○	○		○		
	스마트화재안전감지	○	○						○		○	○					○
	도시모니터링체계			○	○	○						○			○		
	스마트도시안전관리체계				○	○						○			○		
자율주행감시형드론				○	○			○		○	○					○	
생 활 (14)	스마트학교	○			○	○			○			○	○	○			○
	스마트에듀테크				○	○			○								○
	스마트홈	○	○					○			○					○	
	City App				○	○						○	○				○
	스마트쇼핑	○									○				○		
	일괄배송서비스				○	○			○								○
	가변형공영문화공간	○			○				○							○	
	스마트쓰레기수거서비스			○	○							○	○				○
	스마트커뮤니티케어				○	○			○								○
	스마트헬스키퍼				○	○			○								○
	AI응급의료시스템			○					○								○
	공공로봇서비스				○	○						○	○				○
	민간로봇서비스				○	○			○								○
	시민참여형거버넌스					○	○					○	○				○

출처: 연구진 작성

2. 미래의 스마트 도시공간 추진 전략

1) 생활권 고밀화를 통한 역 중심 스마트도시 공간구조 형성

□ 대중교통 결절점에서의 광역 중심지 육성 등 광역 이동 효율화를 위한 도시 형태 구현

ICT 기반의 온라인 활동 증가와 국가 광역철도망 확대 등의 기술과 인프라 발달로 수도권 집중화와 확산이 촉진되어 일상생활과 경제활동이 행정구역 경계를 넘어 일어나는 초광역권이 형성되고 있다. 또한, 자율주행차, UAM, 드론, 하이퍼루프 등 근미래 기술은 초광역권 확산을 더욱 가속할 것으로 보인다. 이러한 광역 이동 활성화와 지역 간 경제활동의 증가에 따른 무분별한 도시 확장을 제어하고, 대중교통 결절점을 중심으로 광역 중심지를 육성하며, 광역 이동의 효율화를 추구할 수 있는 도시 형태 구현이 필요한 상황이다.

□ 초광역 철도망시대에 대응한 역세권 고밀화 및 용도복합화

초광역권의 확장으로 나타나는 도시 확장과 더불어 코로나19 이후 근거리 활동 증가로 생활권 내에서 live, work & play를 충족하고자 하는 수요가 증가하고 있다. 이에 따라, 생활권의 고밀화와 용도 복합을 유도하기 위한 공간계획 논의가 이루어지고 있다. PM, MaaS, 수요기반형 교통수단 등의 이용 증가가 생활권 내 활동을 촉진하고 있으며, 이러한 개인화 또는 맞춤형 이동의 수요는 점차 증가할 것으로 보인다. 그러나 현재 자동차 중심의 도시구조는 이동패턴의 변화에 충분히 대응하고 있지 못하다.

현재 4차 국가 철도망 계획과 GTX 계획으로 중장기 철도망 확대가 예정되어 있지만 철도망과 도시계획을 연계하는 초광역권 계획이 부족한 상황이다. 환승역세권을 중심으로 철도망 활용을 극대화하기 위한 고밀화·용도복합화를 통해 중심 업무·상업 기능을 확보할 필요가 있다. 또한, 급격히 증가하는 1인 가구와 혁신인력의 주거 수요를 맞출 수 있는 준주거를 포함한 다양한 형태의 주거 공급이 이루어져야 할 것이다.

□ 모빌리티 허브 구축을 통한 주변 지역간 연계 활성화 및 스마트 기술을 활용한 도시 관리

이러한 환승역세권 중심지와 주변 지역 간의 연계를 활성화하기 위해 스마트 모빌리티의 활용이 적극적으로 필요하다. 환승역세권과 주변 지역 중심지에 모빌리티 허브를 구축하고 모빌리티 허브들을 연결하는 물리적 가로망 계획을 수립

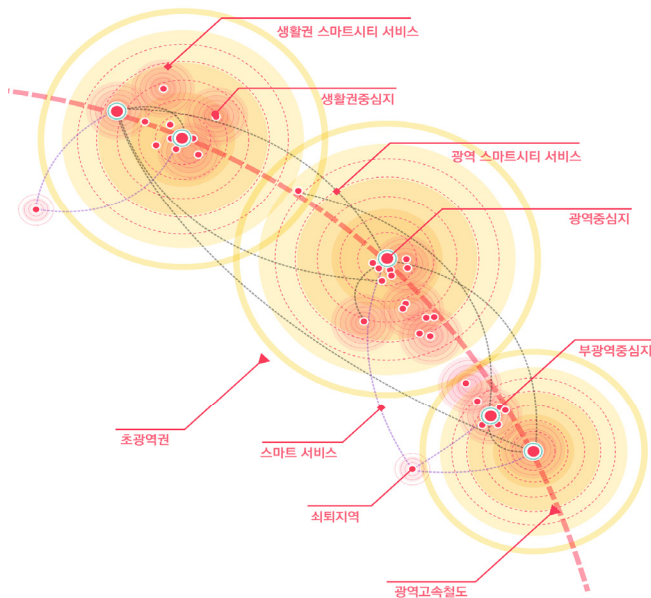
하여 스마트 모빌리티의 활성화를 추구할 필요가 있다. 또한 고밀 복합에 따른 환경, 교통, 주차 등의 도시 문제 해결을 위하여 센서망 등 대응 가능한 스마트 서비스 체계를 구축하여 도시 관리의 효율성을 높일 수 있다.

2) 스마트 기술·서비스를 활용한 지역 불균형 해소 및 쇠퇴지역 대응

□ 원격 교육 및 의료 서비스 제공 등 낙후지역에서의 스마트도시 서비스 도입을 통한 인프라 수준 제고

수도권 집중의 가속화와 함께 현재 우리나라 인구와 GDP의 50% 이상이 수도권에 집중하고 있다. 이러한 과도한 수도권 쏠림 현상으로 수도권 과밀과 지방쇠퇴의 문제가 동시에 심화되고 있다. 지역 간 불균형 현상이 지속되면 규모의 경제를 달성하지 못하고 인프라가 낙후한 쇠퇴지역에서는 교통, 교육, 의료 등 사회기반 서비스 공급이 점점 더 어려워지는 문제가 발생할 수 있다. 특히, 저밀도 농어촌 지역 등 저밀도 또는 인구 유출 지역에서는 젊은 인구 유출과 고령화로 사회복지 서비스 수요는 증가하지만, 저밀도로 인해 효율적인 서비스 제공이 어려워진다.

그리하여, 대규모 인프라 투자가 어려운 쇠퇴지역에 자율주행차, 스마트 교통, 원격 교육, 원격 의료 등 스마트 서비스 도입을 통해 사회기반 서비스의 수준을 유지하는 방안이 필요하다.



[그림 4-1] 미래 국토 도시 공간구조와 스마트 서비스

출처: 연구진 작성.

3. 스마트 기술·서비스를 고려한 공간 계획 방향

스마트도시는 다양한 공간을 이루고 그 공간과 적절히 융합되어 기술·서비스가 제공되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 공간 중에서 스마트 기술·서비스를 고려한 공간 계획의 대상으로 첫째 자율주행과 PM을 고려한 가로 공간, 둘째 UAM을 고려한 공중 공간, 마지막으로 에너지시설이 복합된 주거 공간을 대표적인 대상으로 선정하고, 그 미래상을 제안하고자 한다.

1) 자율주행과 PM을 고려한 가로 공간

□ 가로공간의 기능 유연화

‘20년 「도로교통법」 개정으로 PM으로 일컬어지는 개인형 이동장치가 “자전거 등”이란 정의로 제도권으로 도입되었으며, 제13조의2(자전거등의 통행방법의 특례)와 제34조의2(정차 또는 주차를 금지하는 장소의 특례) 조항을 통해 인도와 자전거도로로의 통행과 주정차가 허용되었다.

또한, 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」 시행령 제50조(도시공원 등에서의 금지행위)에서는 30kg 미만의 최고속도 25km/h 미만인 동력장치는 공원관리청이 정하는 기준과 통행구간을 준수하여 출입할 수 있도록 함으로써 PM을 고려한 공간을 위한 제도들이 빠르게 마련되고 있다.

미래 스마트도시의 가로공간은 센서 및 스마트 인프라를 활용하여 에너지 및 공간 이용에 효율적이고 시민 편의를 극대화하는 스마트 스트리트로 조성될 것이다. 스마트 스트리트는 자전거 및 보행을 극대화하고, 신·구 교통수단을 모두 수용할 수 있는 유연한 가로망으로 구성될 것이다.

현재 도로 구성은 차도와 인도를 중심으로 자전거 도로 등이 추가되는 형식이 주를 이루고 있다. 그러나 미래의 도로 공간은 다양한 신교통수단과 이용자를 수용하는 포용적 공간이 되어야 한다. 또한, 미래의 도로는 이동의 공간의 성격에서 환승과 승하차를 고려하는 일차적 용도 확장과 더불어 공공 활동을 수용하는 공공공간으로서의 적극적 용도 확장이 필요하다.

스마트모빌리티와 자율주행차의 도입은 도로의 차량 수요를 줄일 것으로 예측되고 있다. 그러나 이러한 수요 감소는 장기적으로 발생하거나, 발생하지 않을 가능성도 크다. 오히려 차량 수요 감소를 적극적으로 유도하는 로드 다이어트와 더불어 스마트 모빌리티와 보행자 공간 확보가 바람직할 수 있다.

□ 자율주행차와 PM을 고려한 가로 공간

스마트도시에서의 미래 변화 논의와 스마트 기술·서비스 연구 동향, 도시공간의 변화 예측 결과로 볼 때, 스마트도시의 공간계획에서 가장 주요한 변화는 자율주행차와 PM의 보급으로 인한 도로와 가로 공간에서 일어날 것이다.

첫째, PM을 위한 전용도로가 만들어 질 것이며, 이러한 PM 전용도로에는 이동 속도가 유사한 자전거가 함께 다니게 될 것이다. PM과 자전거 전용도로는 보행자도로와 접하고, 차도와 분리됨으로써 이동성과 안전성을 확보하도록 한다.

둘째, 자율주행차의 승하차를 위한 구역이 별도로 조성되어야 한다. 이를 통해 자전거와 PM용 도로, 그리고 인접한 보행자도로와 연결되도록 함으로써 자율주행차를 이용하러 출발하거나 하차한 사람이 PM, 자전거, 보행을 통해 최종 목적지까지 도달하는 Last-mile을 원활하게 이동 가능하도록 한다.

셋째, 자율주행차와 Last-mile로의 이동까지를 원활히 처리하기 위해 승하차 구역과 인접하여 PM 스테이션과 자전거 정거장이 조성되어야 한다. 이러한 스테이션은 주차공간으로의 활용뿐만 아니라 PM의 충전을 위한 기능을 담당한다.

넷째, 자율주행차가 안전하게 운행되고, 원하는 곳에 승하차 하기 위해서는 단기적으로는 도로 우측으로 전용차로가 제공되어야 한다. 자율주행차는 그 기술의 발전 속도에 따라 초기에는 전용도로 상 운행을 통해 이용에 대한 안전과 승하차의 용이성을 제고할 수 있다. 향후 기술의 고도화로 완전한 자율주행이 이루어질 경우에는 일반도로와의 혼합 주행이 가능하거나, 모든 도로가 자율주행차를 위한 공간으로 변모하는 모습을 상상해 볼 수 있겠다.

2) UAM을 고려한 공중 공간

UAM은 시민의 교통-주거-생활 전반에 영향을 미치는 도심 교통수단으로 도시 계획 전반적으로 관련되어 있다. UAM은 활주로나 필요 없는 규모로 도심 내 수직이착륙 인프라, 물품수령/저장 인프라, 충전 인프라 등이 요구된다.

스마트도시나 신도시는 UAM터미널인 Vertiport 구축 등이 수월한 구축 초기단계로 UAM과 연계하여 교통 편의성 증대가 가능하다. 그리하여 스마트도시 교통의 핵심 인프라로 활용될 수 있도록 연계하여 추진되어야 할 것이다.

운수시설인 Vertiport의 구축 계획은 지자체 도시계획에 포함하여 구축한다면 사업자 확보에 보다 효과적일 수 있다. 공공사업의 경우에는 초기에 드론을 활용



[그림 4-2] 자율주행차와 PM을 고려한 가로 공간
출처: 연구진 작성.

한 물류모델 도입도 가능하다.

- 도심항공교통(K-UAM)이 2030년부터 상용화 예정이므로, 수직이착륙 인프라, 물품 수령/저장 인프라, 충전 인프라 등이 필요
- 단기적으로 드론을 활용한 물류모델 도입 고려

□ UAM을 고려한 공중 공간

UAM을 위한 공중 공간의 계획은 승객용 UAM의 크기를 고려하여 안전 구역이 확보된 수직이착륙시설이 건물 상층부와 도시 공간 내에 설치되는 것이 우선적인 기준이 된다. 이러한 도심 내에서의 수직이착륙시설은 여러 UAM들을 수용하는 Vertiport와 단일 또는 소량의 이착륙이 가능한 Vertistop으로 구분 가능하나, 도심 옥외공간에서는 Vertiport가, 건물 상층부에는 Vertistop의 도입이 적절하다.

승객용 UAM의 크기는 우버사가 내놓은 'Conceptual eVTOL' 모델 기준으로 약 15×15m 크기의 UAM과 활주로, 안전지역을 포함하였을 때 약 35×35m의 이착륙시설 면적이 필요할 것으로 판단된다¹⁰⁾. 참고로 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에서는 헬리포트의 길이와 너비 기준을 다음과 같이 규정하고 있다¹¹⁾.

- 헬리포트의 길이와 너비는 각각 22미터 이상으로 할 것. 다만, 건축물의 옥상바닥의 길이와 너비가 각각 22미터 이하인 경우에는 헬리포트의 길이와 너비를 각각 15미터까지 축소 가능
- 헬리포트의 중심으로부터 반경 12미터 이내에는 헬리콥터의 이착륙에 장애가 되는 건축물, 공작물, 조경시설 또는 난간 등을 설치하지 아니할 것

이와 더불어, UAM은 도심을 저공 비행하는 이동 수단으로서 건물 주변으로의 비행에 따른 소음 문제와 사생활 보호 문제 등 새로운 차원에서의 문제들이 제기될 것으로 예측된다. 그리하여 수직이착륙시설이 설치된 건물의 경우 주거공간과의 이격거리가 충분히 확보될 필요가 있고, 이착륙과 비행 시 안전 위험과 간섭을 피하기 위해 주변 건물의 높이를 제한하는 등의 조치가 요구될 수 있다.

10) UAM 크기는 우버사의 'Conceptual eVTOL' 여객운송 모델과 한국항공운항학회의 드론택시(UAM)의 수직 이착륙장(Vertiport) 설치기준 연구를 참고하였음

11) 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제13조(헬리포트 및 구조공간 설치 기준) 제1항



[그림 4-3] UAM을 고려한 공중 공간
출처: 연구진 작성.

3) 에너지시설이 복합된 주거 공간

미래 스마트도시에서는 PM 스테이션과 스마트 벤치 등에 태양광 발전을 적극 도입하여 자가발전을 통한 전력 공급이 이루어질 것이다. 이들 시설뿐만 아니라 정류장, 가로등 등 시설과 인프라들도 분산전원의 역할을 수행하기 위해 태양광 발전 시스템이 필수적으로 도입될 것이다.

이러한 변화 속에서, 이들 시설들의 신재생에너지 발전을 통한 전력 공급이 원활히 이루어지기 위해서는 일사량이 확보될 수 있도록 공간의 일차 차폐를 통제하고, 개방율이 높은 입지로 설치가 이루어져야 하겠다. 이러한 공간 계획은 계획 수립 시에서의 고려뿐만 아니라, 일사량 확보 조건들을 수용해 줄 수 있도록 시설 설치 관련 제도 개선을 통해 실현화할 수 있다.

또한, 건물과 일치하거나 외피로 부착되는 태양광 발전 시스템(BIPV)은 경관적으로 빛 반사 등 빛 공해를 일으키고, 건축비가 상향되는 등 활성화에 제한적 요인들을 안고 있는 것이 현실이다. 이러한 문제는 기술을 통해 극복할 수도 있겠지만, 건축·도시 관련 제도들에서도 이러한 점을 들여다보고 불필요한 규제들을 완화하고 인센티브를 제공함으로써 유도책을 지원할 필요가 있다.

수소충전소의 경우, 「주택건설기준 등에 관한 규정」에서 어린이집, 병원, 주택 등과 최소 50m 이격되도록 규정하고 있어 충전소 부지가 많이 요구되며, 주거지역과의 접근성이 떨어지게 되는 등 불합리한 여건에 있다. 미래 스마트도시의 새로운 기술과 서비스들을 빠르게 수용하기 위해서는 규제샌드박스 활용뿐만 아니라, 이러한 이격거리 규제들이 해소되어야 할 필요가 있다.

안전과 관련하여 또 다른 측면에서는, 수소충전소와 수소연료전지 발전소가 생활권 내 에너지 공급을 위해 복합적으로 도입되어야 할 경우에는 주거건물과 가로공간과의 완충지역 조성을 통한 안전성을 확보하는 방안을 고려해볼 수 있다.

[표 4-3] 주택건설기준 등에 관한 규정에서 주택과의 이격거리 제한 규정

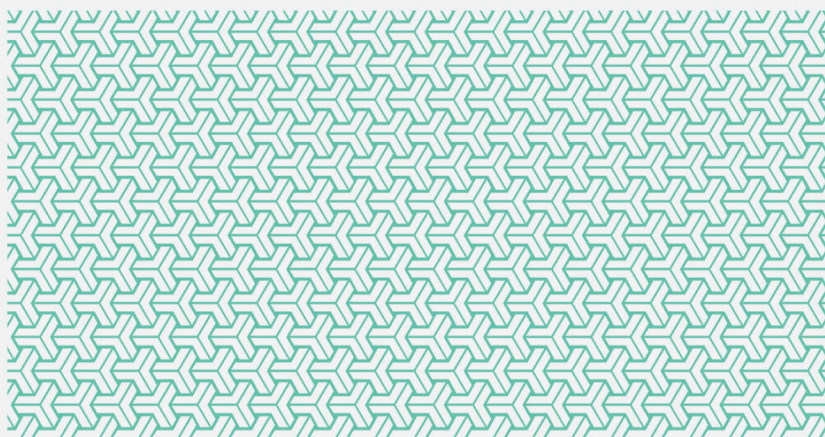
제9조의2(소음 등으로부터의 보호)

① 공동주택·어린이놀이시설·의료시설(약국은 제외한다)·유치원·어린이집 및 경로당(이하 이 조에서 “공동주택등”이라 한다)은 다음 각 호의 시설로부터 수평거리 50미터 이상 떨어진 곳에 배치해야 한다. 다만, 위험물 저장 및 처리 시설 중 주유소(석유판매취급소를 포함한다) 또는 시내버스 차고지에 설치된 자동차용 천연가스 충전소(가스저장 압력용기 내용적의 총합이 20세제곱미터 이하인 경우만 해당한다)의 경우에는 해당 주유소 또는 충전소로부터 수평거리 25미터 이상 떨어진 곳에 공동주택등(유치원 및 어린이집은 제외한다)을 배치할 수 있다. <개정 2014. 10. 28., 2016. 3. 29., 2018. 2. 9., 2021. 1. 5.>



[그림 4-4] 에너지시설이 복합된 주거 공간
출처: 연구진 작성.

제5장 결론



1. 연구결과 요약
2. 연구 성과 및 후속 연구 제안

1. 연구결과 요약

본 연구는 4차 산업혁명 기술 발전에 따른 도시공간의 변화를 예측하고, 공간계획에 기반한 스마트도시 기술 및 서비스 조사·분석을 통해 스마트도시 기술 및 서비스를 고려한 공간계획 방향을 제시하는 것을 목적으로 하여 수행되었다.

제2장 이론 및 문헌 고찰에서는 미래학자들이 주목하고 있는 스마트시티 기술과 스마트시티 전문가들이 제시하고 있는 미래 도시의 변화 등 미래의 도시공간 변화에 대한 담론들을 살펴보았다. 또한, 초연결 스마트시티 가속에 따른 변화, 스마트시티로의 전환을 위한 준비 사항 등 스마트도시 분야에서 논의되고 있는 미래 변화 관련 문헌들을 살펴보았다. 이어 스마트도시 관련 최신 기술·서비스 동향으로 모빌리티 분야, 에너지시설 분야, 통신시설 분야에 대해 파악해 보았다. 이러한 고찰을 통한 시사점으로, 도시공간구조의 변화, 모빌리티와 교통 인프라의 변화, 주거·상업·업무 등 건축물의 변화, 에너지시설과 도시 인프라의 변화 등에 대한 담론들을 정리해 볼 수 있었다.

[표 5-1] 이론 및 문헌 고찰을 통한 도시공간 변화 예측 요약

구분	세부 내용
도시공간구조 변화	• 15분 도시 개념 등 직주근접과 생활권 최소화 • 도시내 공기흐름, 온도제어가 가능한 도시구조, 공원배치 • 미래에는 접근성 제고를 위해 소규모 근린공원과 선형공원 및 녹지를 중심으로 한 도시공간 계획 수립
교통의 변화	• 보행, 자전거, PM 등 탄소 제로 이동수단 가로체계 개조 • UAM, Air Taxi 등 도심 공중 교통운용체계 마련 • 물류시스템을 터널화-지하화함으로써 지상을 보행 중심으로 재편
건축물의 변화	• 탄소중립과 기후회복력에 도움이 되도록 건물 개조 • 인구 및 가구 구조 변화에 대응하는 유연한 건축 평면 구조 • 도심내 건물식 주차장 꼭대기층을 PAV 이착륙 시설로 개조

출처: 연구진 작성.

제3장 스마트 기술·서비스가 접목된 공간계획 조사·분석에서는 성남금토지구를 대상으로 “미래 소통 융합의 혁신적 첫 스마트건축 주거단지”를 주제로 실시한 미래건축 공모전에서 나타난 스마트건축 기술들을 살펴보았다. 또한, 최신 해외 스마트시티 개발 사례들을 분석함으로써 공간에 기반한 스마트 기술·서비스들을 도출하였다.

제4장 스마트도시 기술 및 서비스 특성을 고려한 공간계획 방향에서는 공간계획이 고려되어야 하는 스마트도시 내 기술·서비스들을 도출하고, 이들에 대한 공간단위, 추진 주체, 추진 시기별 매트릭스를 작성하였다.

[표 5-2] 스마트 기술서비스 공간계획 조사·분석 요약

구분	세부 내용
미래 건축 기술	•제로에너지주택기술, 스마트홈 서비스 •전기차충전소 및 V2G •공유모빌리티, PM 도로(스마트스트리트) •드론 및 로봇배송 인프라
최신 스마트도시 사례 조사	•(영국) 사용자 중심의 협력적 스마트도시계획 / 스마트기술 및 모빌리티 혁신 클러스터 조성 •(미국) 전기차 중심 친환경 첨단 교통체계 구축 / 유수대학들과 혁신기업 인프라 생태계 조성 •(오스트리아) 스마트 탄소중립도시 조성(건물에너지 효율, 친환경 전력생산, 교통수단 혁신) •(네덜란드) 에너지·식량 생산, 수자원·데이터 관리, 혁신적 교통시스템 구축 •(핀란드) 청정 스마트 도시기반시설과 서비스를 통한 삶의 질 증대 •(멕시코) 식재, 재생에너지와 수자원을 활용한 에너지 자립 및 지속가능성 확보

출처: 연구진 작성

[표 5-3] 공간계획이 고려되어야 하는 스마트 기술서비스

구분	공간 기반 스마트 기술·서비스
모빌리티	자율주행셔틀, 수소차충전소, 메가스테이션, 차량공유, 스마트파크, 로봇발렛 파킹, 스마트신호등, 스마트도로, 스마트횡단보도, 스마트노면정보표시, 스마트쉼터, MaaS, 교통정보제공, PM스테이션, 드론물류시스템, UAM환경
환경·에너지	스마트그리드 에너지관리, 마이크로그리드, 폐기물처리, 미세먼지 및 공기질 관리, 제로에너지건축물, 스마트팜, 지열에너지, 침투저류형 입체보도, 차량센서 기반 도로 기상정보, 압전도로기술, 융복합충전인프라, 지붕형 태양광, 태양광패널 자동쿨링시스템, 친환경음식물자원화, 스마트정수장
안전	지능형 CCTV, 스마트폴, 사건사고비상대응시스템, 미세먼지저감서비스, 로봇페트롤, 보행자안전 IoT, 지능형 소화전, 지반모니터링, 스마트방음, 스마트스쿨존시스템, 스마트홍수통합관리시스템, 스마트화재안전감지, 스마트시설물 모니터링, 스마트도시안전관리체계, 자율주행감시형드론
생활	스마트학교, 스마트에듀테크, 스마트홈, City App, 스마트쇼핑, 일괄배송서비스, 가변형공연문화공간, 스마트쓰레기수거서비스, 스마트커뮤니티케어, 스마트헬스키퍼, Si응급의료시스템, 공공로봇서비스, 민간로봇서비스, 시민참여형 거버넌스

출처: 연구진 작성.

[표 5-4] 공간계획을 위한 매트릭스 작성

구분	매트릭스 항목 구성
공간 단위	건물 / 주거단지 / 가로 / 지구 / 도시 / 광역·국가
추진 주체	건축주 / 민간(서비스 제공자) / 주민(이용자) / 사업시행자 / 지자체 / 국가
추진 시기	계획·설계 단계 / 기반조성 단계 / 건축 단계 / 운영 단계

출처: 연구진 작성.

2. 연구 성과 및 후속 연구 제안

□ 연구 성과

본 연구에서의 주요 성과는 앞서 언급한 대로 이론 및 문헌 고찰, 스마트 기술·서비스 조사 및 사례 분석을 통해 미래 도시공간의 변화와 공간 계획 방향을 제시하였다는 것이다.

먼저, 스마트도시 기술·서비스들을 통해 미래 스마트한 도시공간 구현을 위한 추진 전략들을 제시하였다. 세부전략들은 지역 불균형의 해소, 생활권 고밀화와 역 중심 스마트도시 개발, 기후변화와 탄소중립을 위한 마이크로그리드 기반 분산 에너지 활성화, 쇠퇴지역 대상 기술·서비스 우선 적용 등 스마트 복지 확대 등으로 제시하였다.

결론적으로는 본 연구의 핵심 성과인 스마트 기술·서비스를 고려한 공간 계획 방향에 대해 다음과 같이 제시하였다. 첫째, 자율주행과 PM을 고려한 가로 공간을 위해서는 가로공간의 기능과 물리적 형태를 유연화하고, 자율주행차, PM, 자전거, 보행자 공간에 대한 계획적 고려와 다양한 기능 수용을 위한 융합이 이루어져야 한다.

둘째, UAM을 고려한 공중 공간을 위해서는 건물 주변으로의 비행에 따른 소음 문제와 사생활 보호 문제 등 새로운 차원에서의 문제들이 제기될 것으로 예측되는 바, 수직이착륙시설이 설치된 건물의 경우 주거공간과의 이격거리를 적용하고, 이착륙과 비행 시 안전 위험과 간섭을 피하기 위해 주변 건물의 높이를 제한하는 등의 조치가 요구된다.

셋째, 에너지시설이 복합된 주거 공간을 위해서는 원활한 신재생에너지 발전을 위해 일사량 확보를 위한 공간의 일사 차폐 조절과 개방율이 높은 입지로 설치가 필요하다는 점과, 경관 등 부분에 대한 불필요한 규제 완화와 인센티브 제공을 통한 활성화를 제안하였다. 이와 함께, 수소충전소와 연료전지발전소 복합시설의 조성에 대비하여 현행 주택건설기준에 따른 이격거리 규정을 완화하거나, 또는 도심 내 안전성 확보를 위해 완충지대를 확보하는 방안도 고려가 필요함을 제시하였다.

□ 후속 연구 제안

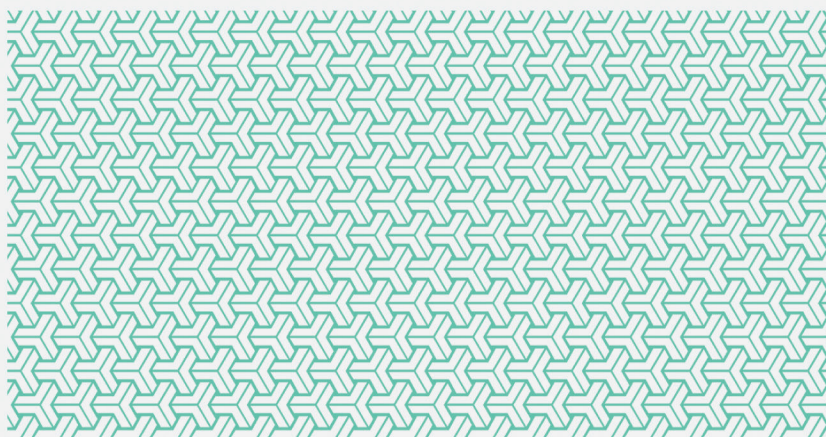
본 연구는 도시 계획과 설계적 차원에서 스마트도시를 바라보고, 미래 도시 변화를 고려한 스마트도시의 공간 계획에 대한 방향을 제시한 연구로, 개략적으로 폭넓은 범위를 다루었다.

본 연구를 기반으로 하여, 가로 공간, 공중 공간, 주거 공간 등 특정 공간을 대상으로 한 보다 세부적인 연구들이 연차적으로 수행되어야 할 것이다. 이와 더불어, 국내외 스마트도시의 최신 동향과 조성-건설 후 효과에 대한 실증 모니터링 등을 주제로 한 연구들이 중장기적으로 이루어질 필요가 있다.

또한 이러한 동향 및 모니터링 연구를 통해 스마트 기술·서비스를 고려한 도시형태적 대응 방안과 공간계획적 고찰에 대한 지속적이고 발전적인 후속 연구들이 발굴되어야 하겠다.

마지막으로, 본 연구에서 주로 언급하고 있는 미래 스마트도시의 변화가 새로운 도시 건설 시에서 뿐만 아니라, 기성시가지지를 스마트도시화하기 위해 필요한 공간계획 기법과 고려사항 들도 후속 연구를 통해 다루어져야 할 것임을 제언한다.

참고문헌



강미나 외(2020). 포스트코로나 시대 건강한 집, 건강한 이웃. 국토연구원. 월간 「국토」 7월호.

강윤희(2020). “폐쇄 공장부지를 스마트도시로...” 도요타 ‘우븐시티’ 실험 엿보기. 일요신문. https://ilyo.co.kr/?ac=article_view&entry_id=359503/ 2021.8.3. 접속.

강일용(2019). 5G로 달라지는 사무환경.. SKT 5G 스마트오피스 공개. <https://it.donga.com/28714/> 2021.7.31. 접속.

강형진(2020). 부산 에코델타 스마트시티, 혁신기술 전격 도입. 토목신문. <http://www.cenews.co.kr/news/articleView.html?idxno=10192/> 2021.7.31. 접속.

국토교통부(2019a). 제3차 스마트도시 종합계획(2019-2023).

국토교통부(2019b). 스마트시티 국가시범도시 서비스로드맵 1.0.

국토교통부 보도자료(2020a). 18일부터 세종시 자율주행 순환서를 달린다. 12월 20일자.

국토교통부 보도자료(2020b). 코로나시대, 국토교통 정책방향의 전환. 6월 4일자.

국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2021). Smart City Top Agenda.

국토교통부 보도자료(2021). 새로운 생활 양식을 담은 미래 생활공간을 공모합니다. 8월 3일자.

과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원(2021). 제6회 과학기술예측조사 미래기술 도출 관련 자료.

권오용 외(2019). E-mobility 활성화를 위한 도시가로 정비방안 연구.

권준범(2021). 세계 최대 80MW 연료전지 발전소 화성에 들어선다. 에너지신문. <http://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=75863/> 2021.7.31. 접속.

김도년(2017). 바람과 물, 이 두개만 있으면 독일 명차는 움직인다. The JoongAng. <https://www.joongang.co.kr/article/22157862#home/> 2021.7.31. 접속.

김동근 외(2020). 포스트 코로나 시대, 감염병 대응형 도시계획 방향. 국토연구원 국토이슈리포트 제17호.

김리영 외(2020). 코로나19와 도시, 도시회복력과 도시정책 방향, 고양시정 이슈브리프.

김병운(2020). 5G CPS 기반 스마트시티 서비스 정책.

김상미(2021). [기업 in] 한화시스템, ‘미래 모빌리티’ UAM 선도…2025년 ‘버터플라이’ 난다. 중앙뉴스. <http://www.ejanews.co.kr/news/articleView.html?idxno=226509/> 2021.7.31. 접속.

김상훈 외(2021). 에너지 관점에서 본 스마트시티의 현황 및 전망.

김재선(2021). 도시환경 개선을 위한 스마트그리드 활용에 관한 공법적 과제.

김재철 외(2013). 선형공원의 기능성과 접근성에 관한 연구. 국토계획 48(6).

김준래(2018). ‘방음벽’이 에너지도 생산한다. 사이언스타임즈. <https://www.sciencetimes.co.kr/news/%EB%B0%A9%EC%9D%8C%EB%B2%BD%EC%9D%B4-%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%EB%8F%84-%EC%83%9D%EC%82%B0%ED%95%9C%EB%8B%A4/> 2021.7.31. 접속.

김지은 외(2016). 미래 주거트렌드 연구, 주택산업연구원.

김진철(2018). 마이크로그리드 진화?...한전 KEPCO Open MG 개발 추진. 에너지타임즈. <http://www.energytimes.kr/news/articleView.html?idxno=51845/> 2021.7.31. 접속.

김학용(2019). 5G 서비스 구현 기술의 이해.

김현철(2020). 포스트 코로나 시대 R&D혁신과 산업대응 방향, 한국산업기술원.

김형수(2016). 자율주행 지원을 위한 도로 인프라 개선방안.

김형준(2017). 해운대신도시 친환경 연료전지발전소 본격 가동. 부산제일경제. <http://www.busanecconomy.com/news/articleView.html?idxno=53390/> 2021.7.31. 접속.

남정희(2017). 압전하베스터를 이용한 메가와트급 에너지 자립형 도로기술 개발. 한국건설기술연구원.

대한건설 정책연구원(2020). 도시와 집, 이동의 새로운 미래 심포지엄.

문보경(2019). 부산 에코델타 스마트시티 국가시범도시 착공. 전자신문.
<https://m.etnews.com/20191124000026/> 접속일: 2021.5.6. 접속.

문새하(2020). 포스트코로나 시대 언택트 소비로 인한 소매공간 수요변화와 시사점, 국토연구원.

박경빈 외(2019). 자율주행 자동차를 위한 물체인식 딥러닝 네트워크 및 구현기법.

박근현 외(2014). 선형공원 조성을 통한 사람 중심의 도시 구현. 국토연구원. 국토정책 Brief.

박근희(2020). 교육부의 미래교육, 이번에는 '에듀테크'. 교육희망,
<https://news.eduhope.net/22791/> 2021.8.2. 접속.

박지영 외(2012). 미래 인간이동행태 분석을 위한 기초연구. 한국교통연구원. 연구총서 2012-24.

박현진(2020). 행복도시 66.4km 정밀도로지도 추가 구축, 자율주행 선도 도시로. 인공지능신문. <http://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=15706/> 2021.8.5. 접속.

방송휘(2020). 미래주거트랜드, 생애주기별 주택수요분석을 통한 신상품 개발 및 제도개선.

변완희(2021). 퓨처라마: 모빌리티 혁명의 미래, 크레파스북.

부천시(n.d.). 미세먼지클린특화단지조성.
<http://www.bucheon.go.kr/site/homepage/menu/viewMenu?menuid=148006007009/> 2021.8.5. 접속.

서영욱(2019). [스마트시티] '로봇과 물의 도시' 부산에코델타시티. 뉴스핌.
<https://www.newspim.com/news/view/20190213000372/> 2021.8.5. 접속.

서울디지털재단(2019). 디지털 미래 서울 - 5G와 스마트시티 -.

서울시(2020). 서울시 스마트쉼터, 효율성과 경제성을 갖춘 합리적인 사업모델 만든다.
<https://news.seoul.go.kr/traffic/archives/504219/> 2021.8.5. 접속.

서울연구원(2020). 자율주행버스 시범 운행 '인기 높아' (독일 베를린시).
<https://www.si.re.kr/node/63082/> 2021.6.11. 접속.

서울연구원(2020). 탄력적 도시회복을 위한 인프라 구축방안, 정책제안 토론자료.

성동구. 성동구 왕십리 Blinds Zero 스마트타운 챌린지 본 사업계획(안)(2020) 발표자료.

손세형 외(2019). 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발.

송파구(n.d.). 스마트주치의란?
https://uhealth.songpa.go.kr:8043/myhealthsystem.gst?MN_CODE=B02010000/ 2021.6.11. 접속.

솔라투데이(2013). 인테그라글로벌, 패널 자동 클리닝 및 쿨링 시스템. 솔라투데이.
<http://m.solartodaymag.com/news/articleView.html?idxno=1696/> 2021.6.11. 접속.

스마트서울 포털(n.d.). 「스마트 횡단보도」서비스.
https://smart.seoul.go.kr/bestcase/bestcase_view.do?bcst_idx=125/ 2021.8.5. 접속.

스마트시티솔루션마켓(n.d.). 어린이 보호구역 스마트 알리미 - 운전자.
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=2&typeId=TYP002&styCode=T0003&slutnId=SLUTN_00000000000738/ 2021.8.5. 접속.

스마트시티 솔루션마켓(n.d.). 세이프메이트 화재예방 솔루션.
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=5&typeId=TYP005&styCode=P0014&slutnId=SLUTN_00000000000118/ 2021.8.5. 접속.

스마트시티코리아(2020). 성동구, 초등 통학로 '스마트 스쿨존 시스템' 설치.
<https://smartcity.go.kr/2020/08/11/%EC%84%B1%EB%8F%99%EA%B5%AC-%EC%B4%88%EB%93%B1-%ED%86%B5%ED%95%99%EB%A1%9C%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8-%EC%8A%A4%EC%BF%A8%EC%A1%B4-%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C%EC%84%A4%EC%B9%98/> 2021.8.2. 접속.

스마트시티코리아(2021). '스마트 홍수관리시스템' 구축 사업 본격 추진!
<https://smartcity.go.kr/2021/01/26/%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8-%ED%99%8D%EC%88%98%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C-%EA%B5%AC%EC%B6%95-%EC%82%AC%EC%97%85-%EB%B3%B8%EA%B2%A9-%EC%B6%94%EC%A7%84/> 2021.8.2. 접속.

염지현(2020). "문콧 걱정 없다"...차량 들어서 주차, 로봇 발렛파킹 시대 온다. The JoongAng. <https://www.joongang.co.kr/article/23897603#home/> 2021.8.5. 접속.

연규옥(2017). 다 보인다, 꼼짝마! 경찰 '치안 드론' 뜬다. 매일경제. <https://www.mk.co.kr/news/society/view/2017/10/703361/> 2021.8.5. 접속.

원제무(2020). Covid-19 이후 통행패턴 변화와 도시교통체계 대응방안. 대한민국도·도시계획학회. 도시정보(460).

오성덕(2016). 건설기술. <http://www.ctman.kr/news/11159/> 2021.8.5. 접속.

이상조(2019). [서소문사진관]360도 고해상도 카메라 장작한 진짜 '로보캡' 등장. The JoongAng. <https://www.joongang.co.kr/article/23501542#home/> 2021.8.5. 접속.

유현준(2021). 공간의 미래. 을유문화사.

윤우식(2020). 서울 1호 '연료전지 시민펀드' 3년 만기...연이율 3.9%. 전기에너지뉴스. <http://www.elec-inews.co.kr/news/articleView.html?idxno=868/> 2021.7.31. 접속.

윤태관(2018). 스마트시티를 위한 차세대 첨단교통체계의 효율적 도입방안. 국토연구원. 국토정책 Brief 666호.

이건한(2020). 미래 모빌리티 산업의 새로운 키워드, '인간과 환경'. TECHWORLD. <https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=94192/> 2021.8.3. 접속.

이석민 외(2020). 서울시 스마트 안전도시 구축방안. 서울연구원. 정책리포트 제306호.

이승하(2021). 해외도시 스마트폴(스마트가로등) 추진방향. 서울디지털재단. 2021년 6월호.

이연춘(2021). "1700조 시장 도전"... 현대차, 글로벌 UAM 판 키운다. 뉴데일리경제. <https://biz.newdaily.co.kr/site/data/html/2021/06/24/2021062400135.html/> 접속일: 2021.7.4. 접속.

이영재 외(2020). 도심항공교통시스템 운용 개념 분석에 따른 운항경로 구축 연구.

이종섭(2015). 대전시 "싱크홀 발생 사전에 감지한다"...ETRI와 지하공간 감시체계 구축. 경향신문. http://m.khan.co.kr/amp/view.html?art_id=201504091459451/ 2021.7.31. 접속.

이태형 외(2021). 2021 물류산업 전망. 한국교통연구원. 이슈페이퍼 2021-02.

이한열(2021). "로봇·드론 활용 물류 도시 생긴다"...디지털물류혁신 실증 박차. zdnet. <https://zdnet.co.kr/view/?no=20210601173840/> 2021.8.5. 접속.

인천광역시 공고(2020). 인천검단지구 스마트도시건설사업 실시계획스마트도시 기반시설의 구축 및 관리·운영에 관한 사항.

임상훈 외(2016). 차량센서 관측자료 기반의 기상정보 산정기술 개발. 한국건설기술연구원.

임운택 외(2016). U-City 공간계획 및 설계기술 개발 연구.

임재완(2020). 테크니들. <https://techneedle.com/archives/40581/> 2021. 5. 28. 접속.

장원재 외(2020). 미래 교통수단과 서비스의 등장에 따른 교통시설 혁신방안. 한국교통연구원.

장윤규(2020). 112m 우뚝 솟은 아파트, 울창한 숲을 닮았네. The JoongAng 오피니언. <https://www.joongang.co.kr/article/23772777#home/> 2021.7.31. 접속.

장준영(2020). 내년부터 LNG-수소트럭 충전 위한 '융복합충전소' 구축된다. 상용차신문. <http://www.cvinfo.com/news/articleView.html?idxno=21101/> 2021.8.5. 접속.

- 전용민 외(2020). 도심항공 모빌리티 산업 동향.
- 정민철 외(2020). 효율적 도심항공교통(UAM) 서비스 구현을 위한 이착륙 시설 운영 모델.
- 정창교(2018). 부천시, '미세먼지 클린' 스마트시티 조성. 국민일보.
<http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0012449198/> 2021.8.5. 접속.
- 조규남(2014). 무시무시한 발렛 파킹 로봇 '레이'. 로봇신문.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=2830/> 2021.8.5. 접속.
- 조근희(2020). 디지털 트윈을 활용한 SOC 시설물의 스마트 모니터링 기술. 건설기술정보시스템. 한국건설기술연구원.
- 조혜림 외(2020). 코로나 19로 인한 서울 통행변화 분석 및 미래 대응방안. 대한교통학회. 교통과학기술정책 17(3).
- 최경석(2020). 에너지공유 커뮤니티 구축 계획 및 추진 방안. 한국건설기술연구원 정기간행물 2020년 KICTZine Vol.02.
- 최경석 외(2020). 에너지공유 커뮤니티 구축 계획 및 추진방향.
- 최규원(2017). LH, 세대형 음식물 제로화 스마트리사이클링 시스템 최초 도입. 경인일보.
<http://m.kyeongin.com/view.php?key=20171130010010025/> 2021.8.5. 접속.
- 최덕환(2018). [특집] 도시형 태양광, RE3020이행목표 견인 톨록. 이투뉴스.
<http://www.e2news.com/news/articleView.html?idxno=202657/> 2021.8.5. 접속.
- 최자성 외(2021). 드론택시(UAM)의 수직이착륙장(Veriport) 설치기준 연구.
- 최정훈(2019). 인공지능으로 생체·의료정보 분석...똑똑해지는 119구급서비스. 이데일리.
<https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=03116006622557800&mediaCodeNo=257/> 2021.8.5. 접속.
- 최준호(2020). 코로나19 이후, 인간중심의 주거공간 연구와 방향. 한국주거학회지 15(2), 한국에너지공단(n.d.). https://zeb.energy.or.kr/BC/BC02/BC02_01_001.do/ 2021.8.5. 접속.
- 한국에너지공단 신재생에너지센터(n.d.). 지열 설치사례.
https://www.knrec.or.kr/energy/geothermal_case.aspx/ 2021.7.15. 접속.
- 허승(2018). 한국의 포블레노우 나올까?...혁신거점 250곳 조성. 한겨레.
hani.co.kr/arti/PRINT/837885.html/ 2021.7.31. 접속.
- 현대(n.d.). 주유소의 미래: 국내 최고의 충전 속도를 자랑하는 전기차 충전소.
<https://www.hyundai.com/worldwide/ko/brand/ev-charging-station-gangdong/> 2021.8.5. 접속.
- 현창택 외(2019). 스마트시티 분야 범부처 R&D 연계를 위한 중장기 기술로드맵 수립.
- 홍성호(2020). AI가 제어하는 스마트 신호등 '노트래픽'. BIZION.
http://www.bizion.com/bbs/board.php?bo_table=tech&wr_id=437/ 2021.8.5. 접속.
- ALEX BOZIKOVIC(2017). Google's Sidewalk Labs signs deal for 'smart city' makeover of Toronto's waterfront. THE GLOBE AND MAIL.
<https://www.theglobeandmail.com/news/toronto/google-sidewalk-toronto-waterfront/article36612387/> 2021.7.31. 접속.
- Amsterdam Smart City 홈페이지(2018). Tour in Central Station by Amsterdam Smart City, Connector of opportunities at Amsterdam Smart City.
<https://amsterdamsmartcity.com/updates/experience/5-amsterdam-innovation-tour-self-guided-via-app/> 2021.8.2. 접속.
- Anupam Nanda(2019). The conservation.
<https://theconversation.com/superblocks-barcelonas-car-free-zones-could-extend-lives-and-boost-mental-health-123295>. 2021.7.5. 접속
- A. Straubinger et al.(2020). An overview of current research and developments in urban air mobility-setting the scene for UAM introduction.
- Bevilacqua C., Monardo B. and Trillo C. (2019). Place-Based Innovation

- Ecosystems: Boston-Cambridge Innovation Districts (USA). European Commission.
- BrainportSmartDistrict 홈페이지. <https://brainportsmartdistrict.nl/en/project/smart-cities-innovation-space/> 2021.6.17. 접속
- Brent Warren(2017). What to Expect from Smart Columbus in Year Two. ColumbusUnderground, <https://www.columbusunderground.com/what-to-expect-from-smart-columbus-in-year-two-bw1/> 2021.7.18. 접속
- Broadwave(n.d.). <https://www.broadwave.co.kr/swm/> 2021.6.17. 접속.
- Caputo Partnership International(2018). <https://www.caputopartnership.it/portfolio-item/erzelli-smart-city/> 2021.6.17. 접속.
- CBRE(2020). CBRE Korea Special Report - The Future is Flexible: The Evolution of work and the office in Korea.
- CBINSIGHTS(2020). Reopening: How Tech Could Help Get Students Back In School. <https://www.cbinsights.com/research/reopening-school-tech/> 2021.7.31. 접속.
- C. F. Calvillo 외(2016). Energy Management and Planning in Smart Cities.
- Cheng Lin et al.(2017).Autonomous vehicle as an intelligent transportation service in a smart city.
- Chorus.life(n.d.). <https://www.chorus.life/en/project.asp?area=1/> 2021.7.31. 접속.
- Christoph Hammerschmidt(2013). Smart city project near Vienna launched by Siemens, EE News Europe. <https://www.eenewseurope.com/news/smart-city-project-near-vienna-launched-siemens/> 2021.7.31. 접속.
- Christopher Rodgers(2020). Nourishing and protecting our urban 'green' space in a post-pandemic world.
- CIC 홈페이지. <https://cic.com/> 2021.7.10. 접속
- City Government Press Release; Smart City Top Agenda, 국토교통부·국토교통과학기술진흥원, p.305.
- City of Boston(2018). New Urban Mechanics Year in Review 2018. https://www.boston.gov › monum_yir_2018-final/
- City of Detroit Strategic Plan for Transportation (2018); Smart City Top Agenda, 국토교통부·국토교통과학기술진흥원, p.313.
- COPENHILL 홈페이지. <https://www.copenhill.dk/info/press/> 2021.8.01. 접속.
- Dash(n.d.). <https://www.dodash.app/cities?lang=ko/> 2021.8.01. 접속.
- Designboom(n.d.). <https://www.designboom.com/architecture/stefano-boeri-smart-forest-city-cancun-mexico-10-30-2019/> 2021.7.5. 접속
- Dezeen 홈페이지(2019). <https://www.dezeen.com/2019/10/25/smart-forest-city-stefano-boeri-cancun-mexico/>, 2021.7.5. 접속
- divercitymag(2018). Images of Google's Smart City revealed. <https://www.divercitymag.be/en/images-of-googles-smart-city-revealed/> 2021.7.31. 접속.
- Eirca Yoo(2018). 중국 코와로봇, 1400억원 규모 투자 받아. 로봇신문. <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=14019/> 2021.7.31. 접속.
- E.S Dawam, Xiaohua Feng.(2021).Smart city lane detection for autonomous vehicle.
- European Commission 홈페이지. <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/projects-and-sites/projects/triangulum#objective/> 2021.6.9. 접속
- Feng Liet et al.(2017). Planning green space in Adelaide city:

enlightenment from green space system planning of Fuzhou city (2015-2020).

film commission graz(n.d.).
<https://filmcommissiongraz.at/motiv/helmut-list-halle/>, 2021.8.7. 접속

FreieLokaleGraz 홈페이지. <https://www.freielokale-graz.at/lokale/geschaeftsflaechen-im-hippen-stadtteil-my-smart-city-graz-zu-vermieten/> 2021.8.7. 접속

gigazine(2020). What is the whole picture of the experimental city 'Woven City' in which Toyota plans to build automatic driving, robots and AI?. gigazine.
https://gigazine.net/gsc_news/en/20200107-toyota-future-woven-city/ 2021.8.7. 접속.

Google side walk labs (2019). Toronto tomorrow
 graztourismus(n.d.)
https://www.graztourismus.at/en/see-and-do/sightseeing/sights/schlossberg-funicular_sh-1238/ 2021.8.7. 접속

Greater London Authority(2018). Smarter London Together.
 hampage(n.d.) http://hampage.hu/trams/graz/e_index.html/ 2021.8.7. 접속

Holly O'Rourke(2017). CityVerve and what makes Manchester a 'Smart City'.
 Manchester Evening News.
<https://www.manchestereveningnews.co.uk/business/business-news/city-serve-smart-city-manchester-oxford-13048666/> 2021.7.18. 접속.

HYUNDAI(2021). World-first electric Urban Air Port® secures UK government backing.
<https://www.hyundai.news/eu/articles/press-releases/world-first-electric-urban-air-port-secures-uk-government-backing.html> 2021. 5. 28. 접속.

JESSICA JANZEN(2014). LONDON: NINE ELMS MASTER PLAN.
<https://jessicajanzen.weebly.com/london-nine-elms-masterplan/> 2021.7.31. 접속.

J.Zagorskas, M. Burinskien(2020).Challenges Caused by Increased Use of E-Powered Personal Mobility Vehicles in European Cities.

LG CNS(2015). 효율적인 에너지 사용과 관리, '스마트 그리드(Smart Grid)'와 함께하다!. <https://blog.lgcns.com/781> 2021.7.31. 접속.

LH(2021). 미래건축 특별설계공모 설명자료.

London Datastore(n.d). <https://data.london.gov.uk/> 2021. 5. 28. 접속.

Luca Mora, Mark Deakin, Alasdair Reid.(2019). Strategic principles for smart city development: A multiple case study analysis of European best practices. Technological Forecasting and Social Change, Volume 142, 82.

MariyaBrushevich(2020). Who will Bear the Brunt of Lockdown Policies?

Mengying Fu et al.(2019).Exploring preferences for transportation modes in an Urban Air Mobility.

MohdFaijan Mansuri 외(2020).Shifting from Fossil Fuel Vehicles to H2 based Fuel Cell Electric Vehicles.

My Smart City Graz 홈페이지.
<https://www.mysmartcitygraz.at/presse/pressemitteilung-1/> 2021.8.7. 접속

NACTO(2017). Blueprint for autonomous urbanism.

NASA(2020). UAM Vision Concept of Operations (ConOps) UAM Maturity Level (UML) 4 Version 1.0.

NSID(n.d.). IOT기반 지능형 소화전 관리시스템(IFS).
<http://www.nsid.kr/product/ifs/> 2021.8.7. 접속

Oldenbroka 외(2017).Fuel cell electric vehicle as a power plant.

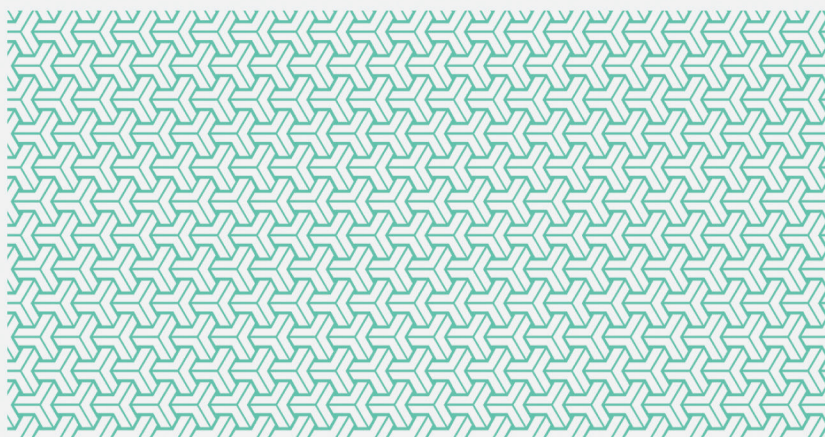
Oxford Road Corridor 홈페이지. <https://oxfordroadcorridor.com/> 2021.6.11. 접속

Paris(2020). La ville du quart d'heure en images.

- <https://www.paris.fr/pages/la-ville-du-quart-d-heure-en-images-15849/>
2021.8.7. 접속
- pinterest(n.d.) <https://nl.pinterest.com/pin/132363676523050574/> 2021.8.7.
접속
- Qi Liu et al.(2020). Categorization of green spaces for a sustainable environment and smart city architecture by utilizing big data.
- RACHEL CORMACK(2020). Bjarke Ingels Is Designing an Artificial Intelligence-Based 'Smart City' in China. RobbReport.
<https://robbreport.com/shelter/art-collectibles/bjarke-ingels-group-designs-ai-city-china-1234572192/> 2021.8.01. 접속.
- Roozbeh Jalali et al.(2015). Smart City Architecture for Community Level Services Through the Internet of Things.
- RYAN CITRON(2020). Applying Toyota's Woven City Design to Real-World Cities. guidehouseinsights.
<https://guidehouseinsights.com/news-and-views/applying-toyotas-woven-city-design-to-realworld-cities/> 2021.8.1. 접속.
- SASAKI(n.d.). <https://www.sasaki.com/projects/las-salinas/> 2021.8.7. 접속.
- Smart Cities Council(2013; 2015). Smart Cities Readiness Guide: The Planning manual for building tomorrow's cities today
- Smart Columbus Project 홈페이지. <https://smart.columbus.gov/projects/connected-vehicle-environment>, 2021.7.18. 접속
- SmartKalasatama 홈페이지. <https://fiksukalasatama.fi/en/building-blocks/project-portfolio/> 2021.7.26. 접속.
- Smart London Board(2013). Smart London Plan.
- Snøhetta 홈페이지. <https://snohetta.com/projects/316-horsholm-proposal>.
2021.8. 7. 접속.
- Stefanoboeriarchitetti(n.d.). <https://www.stefanoboeriarchitetti.net/>, 2021.8.7.
접속.
- STREETSBLOG LA(2018).
<https://la.streetsblog.org/2018/11/08/santa-monica-installs-in-street-e-scooter-parking-corrals/v> 2021. 5. 28. 접속.
- SUPER CYKELSTIER 홈페이지. <https://supercykelstier.dk/english/> 2021.6.9. 접속.
- Sushil Kumar 외(2020). A deep learning-based IoT-oriented infrastructure for secure smart City.
- Triangulum 홈페이지. <https://triangulum-project.eu/> 2021.6.9. 접속.
- Uber Elebate(2016), Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation, p.52.
- UNStudio 홈페이지. <https://www.unstudio.com/en/page/11722/brainport-smart-district>,
2021.6.17. 접속
- Rethinking The Future Awards 홈페이지.
<https://awards.re-thinkingthefuture.com/rtf-awards-2020-winners/brainport-smart-district-unstudio/>, 2021.6.15. 접속
- venturelab(2012). DOMOSAFETY SA. <https://www.venturelab.swiss/DomoSafety/>
2021. 5. 28. 접속.
- Wein 3420 aspern development AG.(2009). Partitur des öffentlichen Raums.
- WESIAK 홈페이지. <https://wesiak.com/property/my-smart-city-graz/?minprice=&maxprice=>. 2021.8.7. 접속
- Wework(2021). The future of work is hybrid.
- Wien 3420 et al.(2014). 아스페른 시행계획(Vienna, aspern Seestadt Implementation Plan).
- Zander S Venter et al.(2020). Urban nature in a time of crisis: recreational use of green space increases during the COVID-19 outbreak in Oslo, Norway.

A Research of Planning & Design Methods for Smart City Services and Technologies

Summary



Cho, Sangkyu
Kim, Younghyun
Park, Sungnam
Nam, Seongwoo
Yoon, Hosun
Moon, Boram
Lee, Jaeseung

1. Study Overview

As urban smartization is rapidly progressing through the development of 4th industrial revolution technologies and services, it is essential to predict and respond to changes in physical space in smart cities. Under these circumstances, the possibility of connection with technology and services is checked through the question of whether architecture and urban space planning are preparing and responding to the change to a smart city, and the space of future smart city services and infrastructure. It is necessary to find a direction for planning.

Therefore, the purpose of this study is to predict the change of urban space according to the development of the 4th industrial revolution technology, and to suggest the direction of spatial planning considering smart city technology and service through research and analysis of smart city technology and service based on spatial planning.

2. Discussion of discourse related to future urban space change

The following is a summary of the discourses of futurists regarding changes in urban space, the preparations and changes of smart city researchers due to smart technologies and services, and the results of predictions about the latest smart city technology and service trends and changes by urban space.

□ Prediction of changes in urban spatial structure

- The residential area of the smart city is changed to a mixed structure of micro-based satellite work space and education space in units of neighborhood districts and Inbo-gu that are smaller than neighborhoods
- 15 minutes Proximity to direct residence such as city concept

and minimized living area

- Dedicate a parking or vehicle space to a sidewalk or table space
- Airflow in the city, urban structure that can control temperature, and park layout
- Establishment of urban space plans centered on small neighborhood parks, linear parks, and green areas to improve accessibility in the future

□ Predicting changes in mobility and transportation infrastructure

- A society in which various mobility using autonomous driving technology becomes important
- Switch to zero carbon public transport mode, such as walking, biking, etc.
- Renovation of road space, such as for exclusive use of automobile roads, to expand bicycle paths such as bicycle highways
- Prepare a public transportation system in the city center such as Air Taxi
- Change from an individual vehicle-centered road space to a pedestrian-oriented street environment through the introduction of autonomous vehicles and smart infrastructure
- Horizontal space structure considering PM
- UAM Required Infrastructure: Vertiport, Maintenance, Charging Station / Considerations: Operation Environment, Temporary Flight Restriction, Actively Controlled Airspace
- Vertiport location is adjacent to existing highways and other noisy infrastructure to reduce UAM noise problems and secure low-altitude airspace
- Vertiport (a large landing site consisting of several Vertistops) and Vertistop (a single take-off and landing point)

- Renovation of the top floor of a building-style parking lot in the city center into a PAV take-off and landing facility
- Property rights and privacy issues that may arise when PAVs fly between tall buildings in the city center
- Reorganize the ground to be pedestrian-centered by making the logistics system tunnel-underground

□ Prediction of changes in residential, commercial, and business buildings

- Building renovations to help carbon neutrality and climate resilience
- Flexible architectural plan structure that responds to changes in population and household structure
- Building automation and smartization through IoT
- Online conferencing, telecommuting, food delivery, automatic door opening and closing to mitigate the spread of the virus, preferred technologies for people with disabilities
- It is necessary to change the housing standards such as the minimum housing standard and the number of rooms for each use due to changes such as the flat expansion of the residential space, the increase in single-person households, and the complexization of residential spaces.
- Changes in the required area for retail commercial space due to a decrease in the demand for commercial space

□ Predicting changes in other urban infrastructure such as energy

- Implementation of carbon-neutral energy supply methods such as renewable energy sources
- Installation of canopy networks for intelligent street lights and other city services

□ Prediction of changes in the urban information system

- Standardization for data linkage and sharing and establishment of a system for integrated management and operation of dispersed data
- All infrastructure in the city will be combined with IoT to collect data and full automation will be realized

3. Discussion of spatial-based smart technology and service survey results

□ Street environment spatial characteristics following the introduction of autonomous vehicles

The introduction of autonomous vehicles is expected to lead to rapid changes in urban space, and in the case of Toronto, Canada, in 2035, due to changes in the urban traffic environment following the introduction of fully autonomous vehicles, spatial characteristics of the street environment different from before are presented. have.

Hyundai Motor Company and Toyota Motor Company presented a new future shape that mobility will change at the '20 CES Consumer Electronics Show. Hyundai Motor Company presented a smart city that links an autonomous driving shuttle and a flying car, and Toyota Motor presented a smart city image through the harmony of users, autonomous driving shuttles, and buildings.

Hyundai Motor's future city has several hubs that connect autonomous shuttles and flying cars. It is a transportation system that installs hubs all over a large city, moves to the hub with an autonomous shuttle, and moves to other parts of the city or other cities through a flying car.

Toyota Motor Corporation announced plans to build a new smart city (Wooven City) with the theme of self-driving shuttles and coexistence of

people, and it is a project that is currently under construction. Wooven City is an urban development project that aims to develop into a self-driving smart city by utilizing the Toyota factory and surrounding land in Shizuoka Prefecture, Japan (700,000 m²). This is the core of urban development.

What is attracting attention is that it is a transport-only road network built underground, where small autonomous robots transport goods and deliver goods directly to the living room of each household through an elevator. In addition, various roads were designed such as vehicle roads that can be driven by pollution-free autonomous vehicles such as Toyota's electric vehicle model 'e-Pallet', trails where pedestrians and personal mobility services coexist, and park trails exclusively for pedestrians.

□ Changes in urban space due to the decrease in private cars

Self-driving cars and shared cars are expected to reduce the number of privately owned cars and, along with that, the number of parking lots is expected to decrease by about 46-93%.

. In particular, it was argued that the road area would also be significantly reduced. The reduced parking lot and road space are expected to include parks, open-air cafes, community spaces for residents, and spaces for pedestrians, cyclists, and PMs.

Among them, it is predicted that the piloti structure of multi-family houses to secure parking lot will be filled with other uses such as residential facilities and shopping malls. It is designed in a shape similar to the taxi waiting area, and it is predicted that the existing large-scale parking lot will be greatly reduced.

□ Reduction of the radius of the living area

The development of information and communication brings about changes in urban space. The radius of the living area will be gradually reduced, and it can be expected that the radius of the living area will be

reduced and densified along with the mixing of urban space uses. Therefore, urban space in living zones will become more important.

As a representative overseas case, the '15-minute city' plan in Paris, France can be cited. Its main goal is to build an infrastructure that allows people to live in a distance that can be reached in 15 minutes. It is a plan to renovate the urban space so that bookstores, grocery stores, small stores, schools, cultural facilities, medical facilities, and public services can be accessed within a 15-minute walk.

In Korea, communication infrastructure is established stably, but there is a large variation between the metropolitan area and non-metropolitan areas. is presumed to be necessary.

□ Location of urban space, such as residential areas for energy generation facilities

In order to solve the problems in the energy sector in smart cities with smart technology and increase the energy supply of the city itself, it is necessary to additionally expand renewable energy power generation sources in the smart grid system. It is required to activate an energy-sharing community and create an urban ecosystem for sharing optimization.

Energy efficiency is understood as an important means of improving the urban environment, which is the main purpose of smart city construction, and the intelligent power grid (smart grid) is discussed as an important new technology in terms of energy efficiency in smart cities.

Busan Eco-Delta City, a national pilot city, is building an urban eco-friendly energy generation model by supplying optimal new and renewable energy according to the smart city electricity demand forecast. In order to consider the intermittent characteristics of eco-friendly energy and to propose power generation facilities optimized for the city center, a fuel cell (SOFC)-centered high-efficiency energy power generation source was constructed to minimize the power generation area and focus on power generation.

In the past, these energy facilities have been selected as separate facilities, but in a smart city, energy generation systems and related facilities must be introduced in the city center, so space planning must be reflected and related systems must be improved.

4. Direction of spatial planning considering smart technologies and services

In the direction of future urban space change and spatial planning, the major achievements of this study, first, strategies for realizing future smart urban space through smart city technologies and services were presented. The detailed strategies were presented as resolving regional imbalances, densification of living areas and development of station-oriented smart cities, activation of microgrid-based distributed energy for climate change and carbon neutrality, and expansion of smart welfare such as priority application of technologies and services to declining areas.

In conclusion, the spatial planning direction in consideration of smart technology and service, which is the key achievement of this study, is presented as follows. First, for a street space considering autonomous driving and PM, the function and physical form of the street space should be flexible, and convergence to accommodate various functions and planned considerations for autonomous vehicle, PM, bicycle, and pedestrian spaces.

Second, for the aerial space considering UAM, it is expected that new issues such as noise and privacy issues will arise from flying around buildings. Measures such as limiting the height of surrounding buildings are required to avoid safety hazards and interference during take-off, landing and flight.

Third, for a residential space with a complex energy facility, it is

necessary to control the solar radiation shielding of the space to secure the amount of insolation for the smooth development of new and renewable energy and to install it in a location with a high open rate. Activation by providing incentives was proposed. At the same time, it was suggested that consideration should be given to easing the separation distance regulations according to the current housing construction standards in preparation for the creation of a hydrogen charging station and fuel cell power plant complex, or to secure a buffer zone to secure safety in the city center.

Keywords

Smart city, Smart technology/service, Spatial application, Change prediction, Planning direction