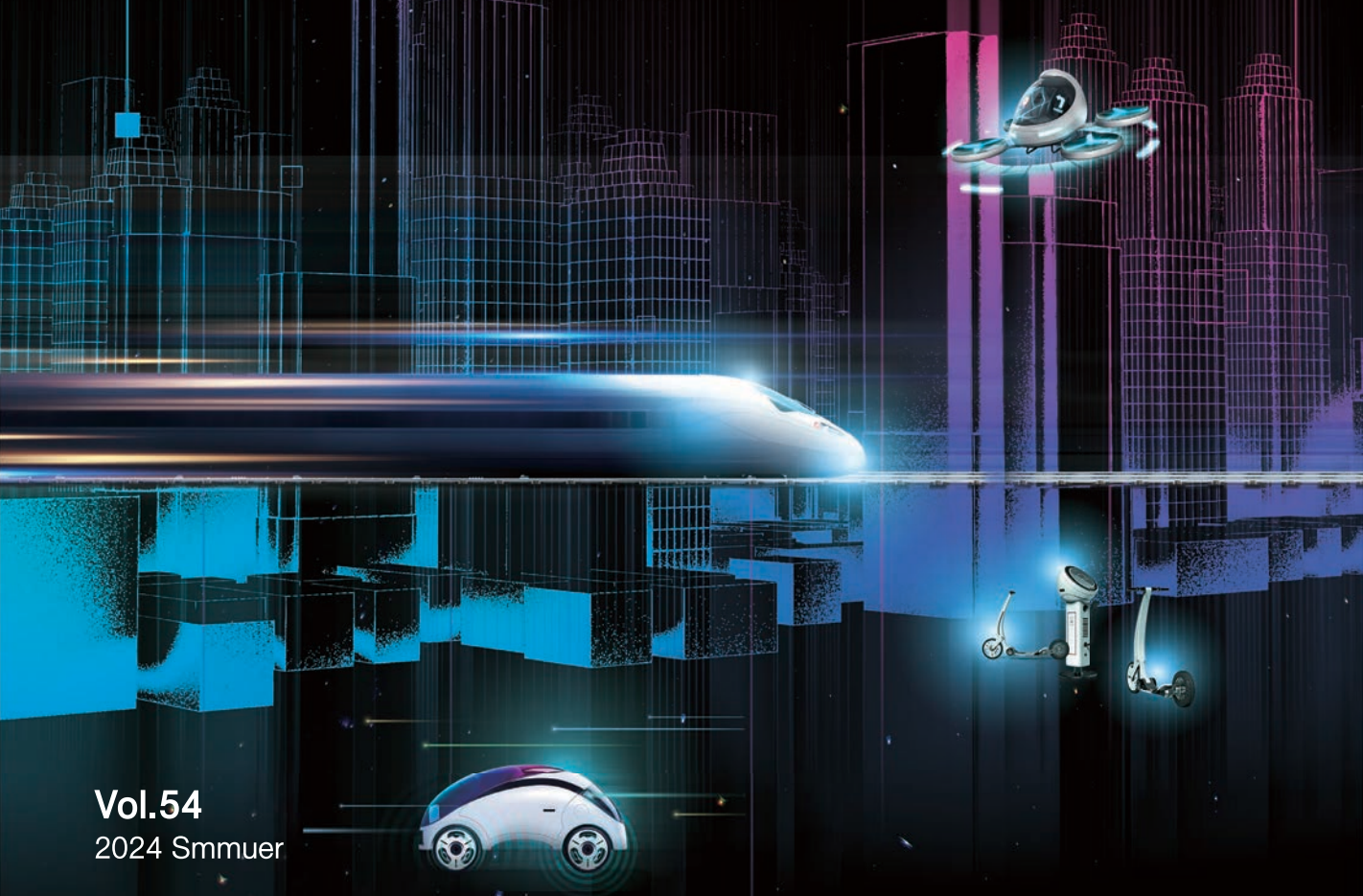


LHRI magazine

Land&Housing
insight

미래교통

Future Transportation



Vol.54
2024 Smmuer

Land & Housing Insight vol. 54

미래 교통

발행일

2024년 7월 31일

발행인

정창무

발행처

한국토지주택공사 토지주택연구원

편집인

(총괄) 정소이

(간사) 문준경

(팀원) 김태호, 김미경, 신형섭, 박정하

(지원) 김하룡, 서형중

34047 대전광역시 유성구 엑스포로539번길 99

042-866-8631

<http://lhri.lh.or.kr>

ISSN

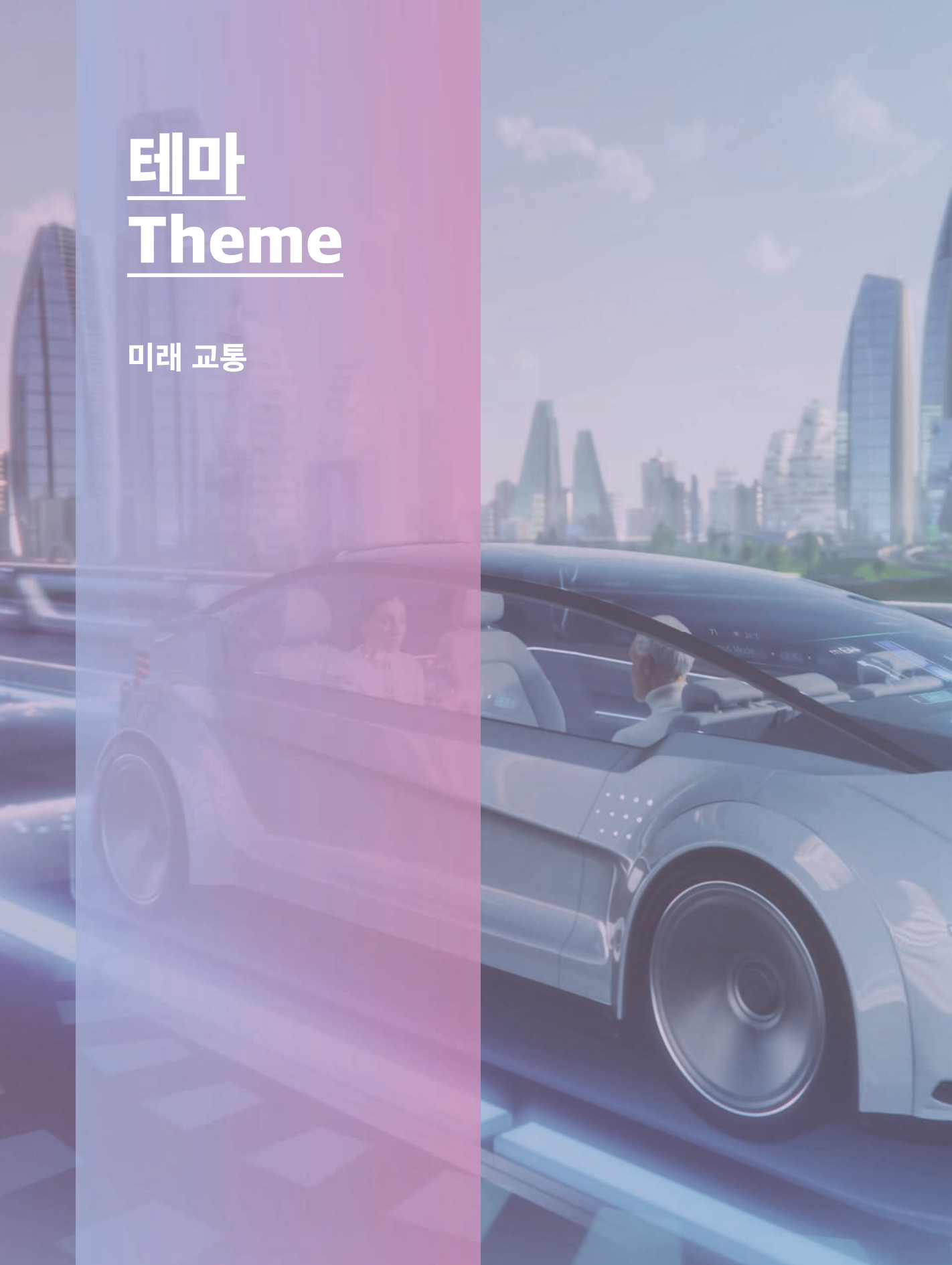
2289-0122

CONTENTS

테마 Theme	미래 교통	
	미래 모빌리티가 바꾸는 이동, 도시, 삶	6
	자율주행자동차(AV)와 도시와 주택의 미래	13
	실시간 수요대응형 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스	21
	UAM과 스마트 도시 : 공중 교통의 미래와 도시 변화	27
	지능형 로봇 기술의 발전에 따른 미래 교통환경의 변화	33
리포트 Report	현장탐방	
	모빌리티 혁신에 따른 3기 신도시 미래 교통서비스 전망	44
	모빌리티 기술이 바꾸는 건축공간의 변화 사례	53
	공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응전략	60
	전문가 인터뷰	
	국토교통부 모빌리티자동차국 모빌리티총괄 방현하 과장	66
	정보코너	
	트렌드키워드	72
	Insight 추천도서	74
연구원 동향	연구성과	
	신도시 전기차 충전시설 공급기준 및 복합충전시설 기본 구상 연구	78
	이용자중심의 광역대중교통 도입방안 구상	84
	LHRI 소식	
	LHRI 대내외 행사 소식	92
	LHRI 간행물 발간 소식	95
	토지주택연구원 완료 연구과제	
	2024.05~2024.07	96

테마 Theme

미래 교통





미래 모빌리티가 바꾸는 이동, 도시, 삶

자율주행자동차(AV)와 도시와 주택의 미래

실시간 수요대응형 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스

UAM과 스마트 도시 : 공중 교통의 미래와 도시 변화

지능형 로봇 기술의 발전에 따른 미래 교통환경의 변화

미래 모빌리티가 바꾸는 이동, 도시, 삶



신도겸

LH토지주택연구원
국토공간연구실
수석연구원



교통에서 모빌리티로의 진화

모빌리티는 계속해서 진화하는 존재이다. 1차 혁명(바퀴의 발명과 동물의 힘을 이용)과 2차 혁명(내연기관의 발명)이 동력의 혁명에 기반한 발전이라면 3차 혁명(자동차의 대량생산으로 인한 자동차의 일반화)은 일종의 서비스 혁명이었다. 지금 우리가 겪고 있는 4차 모빌리티 혁명 역시 디지털혁명을 통한 서비스(플랫폼) 혁명이다. 물론 지금이 진정한 4차 모빌리티 혁명의 단계인지는 더 먼 미래에 알 수 있겠지만, 기술과 사회 전반으로 큰 변화가 진행 중인 것은 사실이다.

기술의 혁신을 통해 디지털로 서로 연결된 사회는 이전과는 비교할 수 없는 수준의 지식과 정보를 개인에게 제공하고 이를 통한 문제 해결 능력을 제공할 수 있다. 이런 기술적 변화는 사람들이 기존의 효율성 중심의 사고방식에서 벗어나 더 다양한 삶의 방식과 가치를 추구하게끔 가치관의 변화를 유도하고 있다. 모빌리티 분야에서 사람들이 추구하는 가치는 친환경과 공유로 점진적으로 변화하고 있다. 이러한 기술과 가치관의 변화를 반영한 것이 모빌리티 분야의 패러다임 변화를 상징하는 C(Connected).A(Autonomous).S(Shared).E(Electric)이다. 필자는 여기에 공간의 변화를 상징하는 A(Air)를 추가하여 CASE+A라 말하는 것이 지금은 더 일반적이라고 생각한다.

그렇다면 모빌리티는 기존의 교통과 어떤 점이 다를까? 모빌리티가 가지는 기존 교통과의 가장 큰 차이점은 이용자 중심의 편의성에 있다. 기존 교통



그림-1 모빌리티 패러다임의 변화 출처 : 저자 직접 작성

이 공급자 중심의 효율성을 강조했다면, 모빌리티는 이용자 중심의 이동성 향상을 중요시한다. 이러한 모빌리티의 비전(Vision)을 실현하기 위한 수단이 미래 모빌리티이며, 미래 모빌리티는 교통의 효율성을 극대화하고, 환경적 영향을 최소화하며, 안전성과 편의성을 향상하고, 이용자 중심의 서비스 제공을 목표로 한다.

미래 모빌리티는 수단과 서비스, 인프라의 3가지 요소로 구성되어 있다. 수단은 이미 널리 알려져 있듯이 첨단 기술의 집약체인 자율주행차와 UAM(도심항공모빌리티), 전기차, 드론, 배송로

봇, 하이퍼루프 등이 있다. 서비스에는 정보통신기술(ICT)과 AI로 대표되는 디지털 기술을 활용한 MaaS(Mobility as a Service, 통합교통서비스)와 공유서비스, DRT(Demand Responsive Transport, 수요응답형 서비스) 등이 있다. 인프라에는 미래 모빌리티를 운행하기 위한 물리적인 시설, 예를 들어 UAM을 위한 버티포트(Vertiport), 전기차를 위한 충전시설, 자율주행차에 최적화된 도로와 주차장, 모빌리티 수단 간 최적 환승을 위한 미래형 환승센터(MaaS Station) 등이 있다.

구분	기존 교통	모빌리티
핵심 가치	공급자 관점의 효율성 향상	이용자 중심의 이동성 향상
서비스	지점과 지점을 연결하는 단순 이동	이용자의 편의를 위한 맞춤형 서비스
수단	기존 교통수단(자동차, 철도, 버스, 항공 등)	기존 교통수단 + 미래 모빌리티 수단 (UAM, 자율주행기반 차량 등)
인프라	물리적 인프라 중심	디지털 인프라 중심
서비스 주체	공공, 관리와 규제 중심	민간, 서비스 품질과 고객의 니즈 중심

표-1 교통과 모빌리티 비교 출처 : 신도겸 외(2024), p.5.

미래 모빌리티가 주목받는 이유

미래 모빌리티의 도입이 우리의 삶에 큰 변화를 초래할 것이라는 전망이 지배적이다. 이동의 효율성과 안전의 증대, 운전 시간의 여가 시간으로의 활용, 친환경적 수단의 확산에 따른 환경적 지속 가능성, 경제적 혜택 등 다각도에서 개인과 사회, 국가 전반에 걸친 영향을 발휘할 것이라는 전망은 많이 들어봤을 것이다. 조금 더 구체적으로 살펴보자.

미래 모빌리티가 중요한 이유는 미래 경제성장을 위한 새로운 엔진의 역할을 할 것이기 때문이다. 자율주행(Lv2~Lv5) 분야에서만 세계시장 가치가 5,662조 원(\$4.1T)에 달하며, 자율주행기술이 사용될 로봇, UAM, 드론 등 확장된 관련 분야를 모두 포함하면 1.39경 원(\$10T)에 달할 것으로 전망되고 있다. UAM과 드론, 로봇배송 등 미래 모빌리티의 다양한 분야를 모두 합치면 더 늘어날

것은 자명하다. 결국 미래 모빌리티와 관련 산업을 발전시키는 것은 새로운 일자리 창출과 직결되어 있다는 의미이다.

미래 모빌리티의 파급효과는 단순히 사람과 물류의 이동에 국한하지 않는다. 급속한 도시화로 인해 현재 도시는 차량정체, 대기오염, 주차공간의 부족, 토지의 비효율적 이용 등의 문제점에 직면하고 있다. 현 단계에서 계속된 도시화는 문제를 악화시킬 뿐 사람들의 삶을 개선하지 못하며, 사회적 비용을 증가시키는 것이다. 미래 모빌리티의 확산은 사람의 이동 수단 선택의 행태를 변화(Modal Shift)시켜 도시화가 가진 문제를 해결하기 위한 단초를 제공한다. 비록 변화가 점진적으로 이루어지겠지만, 2035년 정도에는 자율주행기반 셔틀과 DRT 등의 대중교통 서비스의 다양화와 로보택시와 같은 새로운 서비스로 인해 이들 분야에서는 의미 있는 변화가 있을 것이며, 의미 있는 수준의 개인 승용차 이용의 감소가 일어날 것이

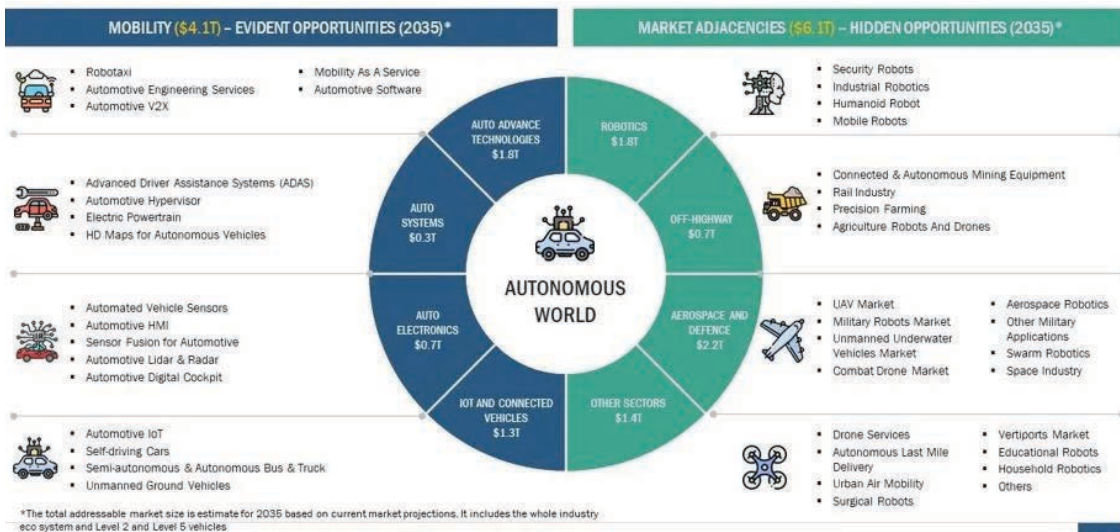
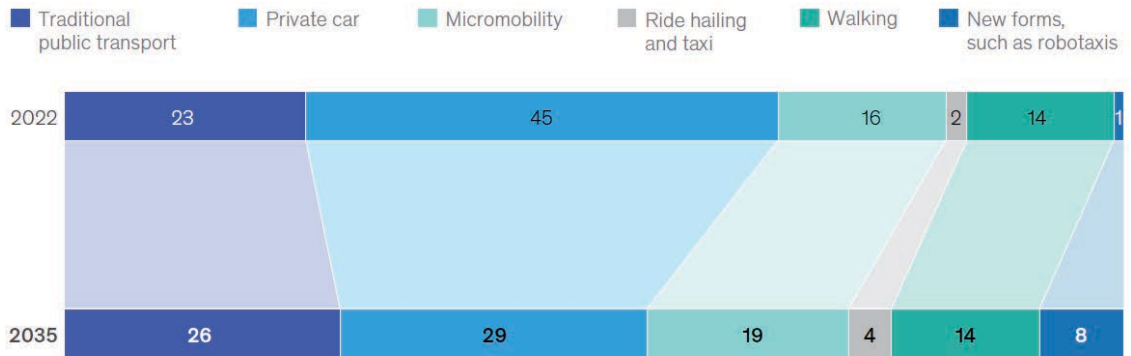


그림-2 자율주행차의 경제적 가치(전세계, 2035년 기준) 출처 : Sarwant(2023)



Note: Figures may not sum to 100%, because of rounding.

그림-3 세계 모빌리티 수단 분담률 변화 전망(%) 출처 : Kesten et al.(2023)

다. 그리고 미래 모빌리티와 도시 인프라의 적절한 결합을 통해 도시화가 가진 문제를 해결할 방안을 제시할 수 있으며, 도시에서의 삶의 질을 향상할 수 있을 것이다.

범위를 확장하면 미래 모빌리티는 이동의 범위를 확장하고, 시간을 단축하는 역할을 할 것이다. 현재의 도시가 시·공간적으로 더욱 확장할 수 있다는 의미이다. 최근 국내에서는 초광역권에 관한 이야기가 자주 언급되고 있으며, 국토발전과 지역 균형발전의 한 축으로 부상하고 있다. 초광역권은 중심이 되는 도시와 주변부를 네트워크로 연결할 수 있어야 한다. 따라서 이 초광역권은 지금보다

발전된 형태의 모빌리티 또는 미래 모빌리티가 핵심이라 할 수 있다. 미래 모빌리티로 연결된 중심 도시는 단순히 건물들이 집합된 공간이 아닌 해당 지역의 사회, 경제, 문화 활동의 허브 역할을 수행할 것이다.

미래 모빌리티와 함께하는 우리의 삶은 어떤 모습일까?

미래 모빌리티가 도시 계획의 중심이 되는 대표적인 시도가 국토교통부에서 추진하고 있는「모빌리티 특화도시 조성사업」이다. 모빌리티 환승의

김하나 씨의 하루

오전 7:00 아침 운동을 위해 근처 공원으로 가서 모빌리티의 MaaS 플랫폼을 통해 공원 근처의 자전거 대여소에서 전동 자전거를 빌린다.

운동을 마친 후, 김하나 씨는 스마트폰 앱을 통해 로봇택시를 호출하여 회사로 이동한다. 로봇택시는 실시간 교통 데이터를 분석하여 최적의 경로를 선택한다.

오전 9:00 회사에 도착하여 사무실에서 업무를 시작한다

점심시간에 김하나 씨는 동료들과 함께 근처 식당으로 이동한다. 이들은 전동 스쿠터를 이용해 빠르게 이동하며, MaaS 앱으로 스쿠터를 쉽게 대여하고 반납한다.

오후 6:00 퇴근 후, 교통 체증을 피하고 싶은 김하나 씨는 친구를 만나기 위해 UAM을 타고 교외로 이동한다. UAM은 도심과 교외를 빠르게 연결해 주며, 교통 체증 없이 빠르게 이동할 수 있다.

친구와 만남을 마치고 집으로 돌아가는 길에는 DRT 서비스를 이용한다. 김하나 씨는 앱을 통해 서들을 호출하고, 서들은 최적화된 경로로 김하나 씨를 집까지 데려다준다.

출처 : 저자 직접 작성



이준호 씨의 하루

오전 7:30

교외의 집에서 스마트폰 앱을 통해 자율주행 카셰어링을 호출해 도심에 있는 직장으로 출근한다. 자율주행 카셰어링은 교외와 도시를 연결하는 고속도로에서 최적의 속도로 이동한다.

도시 반대편에 있는 고객사에 방문해야 하는 이준호 씨는 직장 근처에 있는 전동 킥보드를 대여하여 UAM 버티포트로 이동한다. 출근한다. 킥보드는 단거리 이동에 최적화되어 있다.

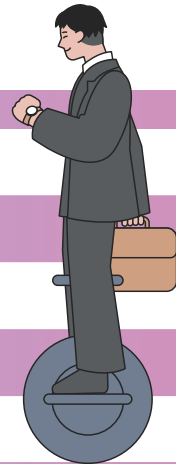
오전 12:00

버티포트에 도착한 이준호 씨는 UAM을 이용해 도시 반대편에 있는 고객사를 방문한다. UAM은 교통 체증을 피할 수 있어 시간을 절약할 수 있다.

고객사 방문을 마친 후, 이준호 씨는 로보택시를 이용하여 교외의 또 다른 고객사를 방문한다. 로보택시는 편안한 이동 환경을 제공해 이준호가 이동 중에도 업무를 처리할 수 있게 해준다.

오후 6:00

스마트폰 앱을 통해 수요응답형(DRT) 셔틀을 이용하여 집으로 돌아간다. DRT 셔틀은 이준호의 요청에 따라 최적의 경로로 이동하여 편리하게 귀가할 수 있다.



출처: 저자 직접 작성

허브 역할을 수행하는 UAM 버티포트 또는 미래형 환승센터를 중심으로 자율주행 DRT 등 다양한 미래 모빌리티 서비스를 연계하여 제공하는 방안을 도시 계획의 초기부터 추진하는 방식이다. LH 역시 2023년 말에 3기 신도시를 대상으로 신도시별 UAM 버티포트 건설을 위한 컨셉을 수립한 바 있다. 그리고 이에 대한 후속 조치로 컨셉의 구체화와 다양한 미래 모빌리티 서비스의 도입 방안을 검토 중이다.

2035년경에 이러한 신도시가 완성되면 우리는 미래 모빌리티를 어떻게 이용할까? 가상의 시나리오를 한번 살펴보자. 여기 모빌리티 특화 도시 “모빌시티”에 거주하고 중심업무지구에서 일하는 직장인 김하나 씨와 도시 교외에 거주하는 자영업자 이준호 씨가 있다. 김하나 씨와 이준호 씨는 로보택시, UAM, 마이크로 모빌리티, 수요응답형 서비스(DRT) 등의 미래 모빌리티 수단과 MaaS를 활용하여 모빌시티에서의 이동을 최적화하고 있다.

가상의 시나리오에서 보듯이 미래 모빌리티가 구현된 곳에 거주하는 시민들은 자율주행차,

UAM, 마이크로 모빌리티, DRT 등의 미래 모빌리티 기술과 MaaS 플랫폼을 활용하여 이동을 최적화할 수 있을 것이다. 그리고 통합된 모빌리티 서비스는 교통 혼잡을 줄이고, 환경적 영향을 최소화하며, 이동의 편리성과 효율성을 극대화하여 시민들의 삶의 질을 향상할 수 있을 것이다.

미래 모빌리티는 언제 사용할 수 있을까?

여러 전망을 종합해 보면 우리는 미래 모빌리티 수단과 서비스를 2030년 정도면 시범운영이나 제한적 운영이 아닌 일반적으로 이용할 수 있을 것으로 예측된다. 현재 진행 단계를 고려하면 상용화와 활성화는 물류 분야의 로봇과 드론 배송이 먼저 이루어지고, UAM과 자율주행(Lv4 기준) 기반 서비스가 차례로 될 것으로 전망된다.

로봇 배송과 드론 배송은 법적으로 2025년부터 사업이 가능하다¹⁾. 사고 발생 시 인적 피해가 가벼운 로봇 배송은 2025년부터, 드론 배송은 2026년 중반부터 본격적인 상용화를 시작하고 빠르게 활

01 국토교통부(2025.1.17, 시행), “생활물류서비스산업발전법” 제2조(정의).

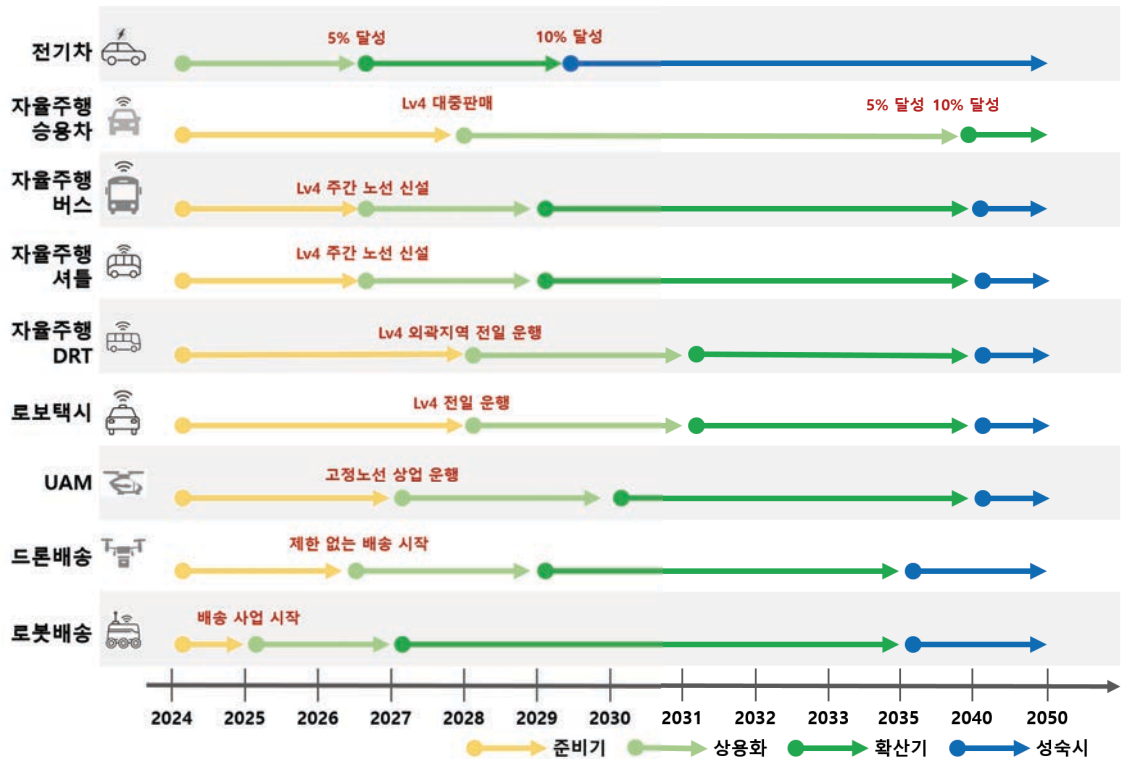


그림-4 미래 모빌리티 수단별 상용화 및 활성화 전망 출처 : 신도겸 외(2024), p.38.

성화될 것으로 전망된다.

UAM은 2027년 정도면 고정 노선으로 상용 서비스가 이루어질 것으로 전망된다. 그리고 2030년 정도면 본격적인 활성화가 이루어질 것이다.

자율주행차는 개인 승용차, 버스, DRT 등 서비스 형태에 따라 이용할 수 있는 시기가 다를 수 있다. 자율주행 버스와 셔틀은 고정 노선이라 상대적으로 사고의 위험이 낮아 2026년 하반기나 2027년 정도에 상용화가 전망되고 있다. 개인 승용 자율주행차는 2028년 경이면 구매가 가능할 것으로 예상된다. 자율주행 DRT와 택시 역시 자율주행 승용차와 비슷한 2028년 정도에 상용화가 이루어지겠지만, 자율주행 승용차보다 빠른 속도로 활성화될 것으로 전망된다.

미래 모빌리티를 위한 준비

모든 사람이 미래 모빌리티가 보여주는 미래상을 긍정적으로 보는 것은 아니다. 현재도 많은 사람이 미래 모빌리티로 인해 변화할 환경에 대해 의구심을 가지고 있으며, 일부에서는 저항이 일어나고 있다.

대표적으로 자율주행차에 대한 저항이 거센 편이다. 사람들은 자율주행 인공지능의 불완전성으로 인한 사고 등 안전에 대한 우려가 크며, 개인 정보 수집에 의한 사생활 침해 문제, 운전 직종의 일자리 감소 등에 대한 우려를 나타내고 있다. UAM 역시 UAM이 발생하는 소음 문제, 기체 이상으로 인한 추락 등 안전 문제, 활성화되었을 때

의 대용량 배터리 생산과 폐기 등 환경 문제가 거론되고 있다.

현재의 시범운행 단계가 아닌 완전한 이용과 활성화를 위해서는 아직 가야 할 길이 멀다. 이미 확산 중인 전기차는 충전시설 부족에 따른 불편을 빠르게 해결할 필요가 있다. 자율주행차는 아직 모든 도로 상황에서 완전한 자율주행을 구현하지 못하고 있으며, 기술적인 완성도를 더 높일 필요가 있다. 자율주행차의 법적 책임과 규제 문제 역시 완전한 합의에 도달하지 못하고 있다. 그리고 인프라에서도 정확히 무엇을 마련해야 하는지 아직 연구가 진행 중인 상황이다. 이에 따라 세계 여러 나라들은 자율주행에 국한된 인프라보다는 일반차와 자율주행차 모두에게 도움이 되는 인프라의 개선부터 시작하는 점진적 접근을 추구하고 있다. UAM은 시민들의 안전에 대한 우려를 줄일 수 있어야 하며, 필수 인프라인 버티포트의 건설과 지상 모빌리티 수단과의 연계를 위한 계획과 노

력이 필요하다. DRT 서비스의 경우 현재는 운영 비용 대비 수익이 낮은 편이다. 자율주행기술과의 결합으로 수익 문제는 점차 해결될 가능성이 높지만, 현재보다 더 많은 사람이 이용할 때 실시간 예약과 배차 시스템의 원활한 작동과 노선의 재설정 등에 대한 준비와 개선이 필요하다. 또한 기존 대중교통과 경쟁 관계가 아닌 상호보완 관계 설정이 중요하다. 마지막으로 MaaS의 경우 다양한 모빌리티 수단을 하나의 플랫폼으로 통합하기는 쉬운 문제가 아니지만, 이루어야 하는 과제이다. 이를 위해 MaaS 서비스를 위한 표준화와 규제의 완화, 데이터의 개방이 필요하다.

모든 기술적 진화와 편의성 개선은 기다린다고 이루어지지 않는다. 합당한 투자와 준비가 필요하다. 미래 모빌리티가 추구하는 이상인 기술혁신을 통한 환경적, 경제적, 사회적 측면에서 긍정적 기여와 삶의 질 향상을 달성하기 위한 투자와 연구가 지속해서 이루어져야 할 것이다. ●●

참고문헌

- 신도겸·김태균·신병훈·박지은·김영인·이민재(2024), 『미래 모빌리티 혁신 대응을 위한 도시 인프라 도입 방향 연구』 연구관리 2024-045, 대전: 토지주택연구원, p.5, p.38
- Kesten, H., Laverty, N., Moller, T., Ziegler, F. (2023), "The future of mobility", *McKinsey Quarterly*, Vol.59(2), pp.76~89
- Sarwant, S. (2023), "The Mega Trends That Will Shape Our Future World", Accessed June 23, 2024. *Forbes website*, <https://www.forbes.com/sites/sarwantsingh/2023/10/30/the-mega-trends-that-will-shape-our-future-world/>

자율
주행

자율주행자동차(AV)와 도시와 주택의 미래



황기연

KAIST
전기 및 전자공학부
교수

AV 시장 동향

2004년 미국 고등연구계획국(Defense Advanced Research Projects Agency)에서 시작된 자율주행자동차(Automated Vehicle, 이하 AV) 개발이 벌써 20년째를 맞았다. 2020년 전에 3단계가 상용화될 것이라는 장밋빛 예측과는 다소 거리가 있지만 글로벌 개발 경쟁은 여전히 치열하다. AV는 전 세계적으로 2025년에는 60만대 그리고 2035년에는 2100만대로 크게 증가할 것으로 예상된다(정광복, 2024).

첨단운전자지원시스템(ADAS)과 AV를 포함한 시장 규모는 2025년 최대 1천억 달러에서 2035년 4천억 달러 시장으로 급성장하고, 특정 환경에서는 사람의 운전개입이 전혀 필요 없는 레벨4 AV의 시장규모는 2025년 0에서 2035년 최대 2300억 달러 규모로 급성장할 것으로 전망된다(McKinsey, 2023). 한편 2018년에는 신차 판매가 전체 자동차 부문 매출의 48%를 차지하고 있는데 2030년에는 40%로 줄고 대신 서비스 부문 매출이 2%에서 19%로 10배 가까이 증가하여, 하드웨어 기반의 자동차 시대에서 자율주행 소프트웨어 기반의 서비스 시대로 자동차 산업의 획기적 전환이 일어날 것으로 전망되고 있다.

미국의 구글이 설립한 AV 제작사 웨이모(Waymo)는 2018년 세계 최초로 레벨 4 자율주행 택시의 유료 상용서비스를 시작했고, 2023년 8월 샌프란시스코에서, 2024년 3월에는 LA로 무인 로보택시 상업운행지역을 확대

했다. GM 크루즈도 무인 로보택시를 2023년 8월 샌프란시스코에서 실주행도로에서 주행하기 시작했지만 인명사고로 서비스를 중단했다. 한편, 중국 바이두는 2022년 충칭과 우한에서 무인 로보택시 서비스를 시작했고 '23년 9월에는 베이징으로 확대했다. 복잡한 시간에는 운전자가 수시로 운전 개입하고 있고 최고 시속도 40km로 제한되어 있다. 독일의 벤츠는 2022년 정부로부터 AV 판매 승인을 받았다. 자율주행 모드일 때라 하더라도 안전상 이유가 발생하면 인간운전자 개입을 요청할 수 있는 3단계 수준이고, 만약 인간운전자가 부상을 당해 운전을 할 수 없을 경우에는 자동 브레이크가 스스로 작동해서 차량을 정지시킨다. 일부 지정된 고속도로에서만 자율주행이 가능하고 시속도 60km로 제한하고 있다.

2020년 기준 자동차 산업이 제조업 고용의 11.5%, 생산의 12.7%, 총수출의 12.1%를 차지하고 있고, 전 세계 5위 자동차 대국인 우리나라에서 자율차 기술 개발은 국가의 미래를 결정하는 중차대한 과제이다. 한국을 대표하는 현대자동차의 AV 기술은 2019년 세계 15위에서 2023년 세계 5위로 지속적으로 상승하여 인텔의 모빌아이, 구글 웨이모, 중국의 바이두, GM 크루즈의 뒤를 바짝 뒤쫓고 있다. 자율주행 전문 중견기업 A2Z의 기술 수준도 2023년 글로벌 13위로 진입하였다. 자율주행 기술 글로벌 15위 중국의 포니AI는 우리나라에

서 자율주행택시 서비스를 준비하고 있다.

우리나라는 산업부, 과기부, 국토부, 경찰청 등 4개 부처가 범정부적으로 2027년을 목표로 4단계 AV 기술을 개발하고 있고, 현장 실사도 '자율주행 시범운행지구 사업'이란 이름으로 지자체가 중심이 되어 전국 34개 지구에서 활발하게 진행되고 있다. 서울에서는 상암을 시작으로 강남, 청계천, 청와대, 여의도, 버스중앙차로제 시행 구간 등에서 승용차와 버스를 대상으로 2020년 12월부터 자율주행 시범운행이 진행되고 있다.

AV 기술 동향

자율주행 기술의 단계

미국자동차공학회(SAE)의 정의에 따르면 AV 기술 수준은 자율주행 기술이 적용되지 않는 레벨0에서 무인운전이 가능한 레벨5 등 총 6단계로 구성된다. 현재 시장에서 가장 많이 접할 수 있는 레벨2 기술은 첨단운전자보조시스템(ADAS)을 장착하고 있고 운전자의 도움 없이 앞차와의 거리를 일정 간격으로 유지하면서 차선을 준수할 수 있는 크루즈 컨트롤 기능, 자동브레이크 기능 등이 대표적이다. 일반적으로 AV라 할 때는 레벨3 이상을 말하고 특정 조건 하에서 자율주행이 가능하지만 운전자가 필요 시 수시로 운전 개입해야 한다. 레벨4 기술은 정해진 도로나 도로의 일부 구간에



					
0	1	2	3	4	5
자율주행기술 없음	운전자 보조주행 방향·속도 제어	부분적 자율주행 차선과 차량 간격 유지	조건부 자율주행 운전자 위기 상황시 비상 제동	고수준 자율주행 정해진 도로 자율 주행, 비상시 운전자개입	완전자율주행 운전자 개입 불필요

그림-1 자율주행자동차 기술의 단계 출처 : 미국자동차공학회(SAE)

서는 운전자의 개입이 전혀 필요 없지만 비상시에는 운전자의 개입이 필요하다(그림 1 참조).

차량중심(Stand-alone) 기술

차량기반 자율주행기술의 경우 크게 2가지 분야에서 기술경쟁이 이루어지고 있는데 그 첫째는 센서기술이다. 자율주행 센서기술은 라이다(Lidar: 360도 중장거리 장애물 거리 측정), 카메라(사물인지), 레이더(Radar: 근거리 장애물 거리 측정) 센서를 종합하는 방식이 있고, 테슬라처럼 전적으로 카메라에 기반하는 경우가 있다. 카메라 집중형의 경우 인간이 운전을 할 때 대부분의 정보를 눈으로 받는 데에서 착안한 기술이다. 하지만 카메라 센서는 빛의 양에 민감하고 비나 눈이 오면 주변사물을 인식하는 데 오류를 범할 확률이 커진다. 이러한 문제를 극복하기 위해 테슬라는 실시간 카메라에서 보내오는 영상정보를 조합해서 수없이 많은 경우의 수를 만들고 빠른 연산기술을 통해 해답을 찾는 방식으로 값비싼 라이다의 기능을 대체하고 있다. 한편, 센서융합형의 경우 라이다 센서의 가격이 비싸고, 여러 센서에서 올

라오는 다양한 정보를 융합해 실시간 최적 운행을 결정해야 하는 부담이 있다. 하지만, 200m 정도 떨어진 장거리 장애물을 감지하는 라이다와 50m 이내 근거리에서 보행자, 이륜차 등 모든 걸 감지하는 레이더의 장점으로 인해 인지 능력은 카메라 기술에 비해 높다는 평가이다. 최근 라이다 수요가 대폭 늘면서 센서 가격이 최저 100-200만원대까지 떨어진 상품도 나오고 있다.

둘째로 차량중심 자율주행 기술로 차량제어기술이 중요하다. 인포테인먼트, 첨단운전자지원시스템(ADAS), 자율주행(AV) 등 자동차가 다양한 기능을 동시에 수행하는 빈도가 높아지고 있기 때문에 여러 기능들이 지연없이 원활하게 수행되기 위해서 그렇다. 아래 그림 2의 첫번째는 기존 차량의 제어구조이다. 개별 기능별(n functions)로 수십 개가 독립적으로 분산된 제어기 구조(n ECU)를 갖고 있다. 하지만 2020년부터는 모든 기능이 도메인 중심(5-7 ECUs)으로 통합되고(그림 가운데), 2025년 이후에는 구역제어(Zonal Control) 방식으로 발전될 전망이다. 향후, 구역제어기 방식에서는 차량의 바디제어, 인포테인먼트, 안전

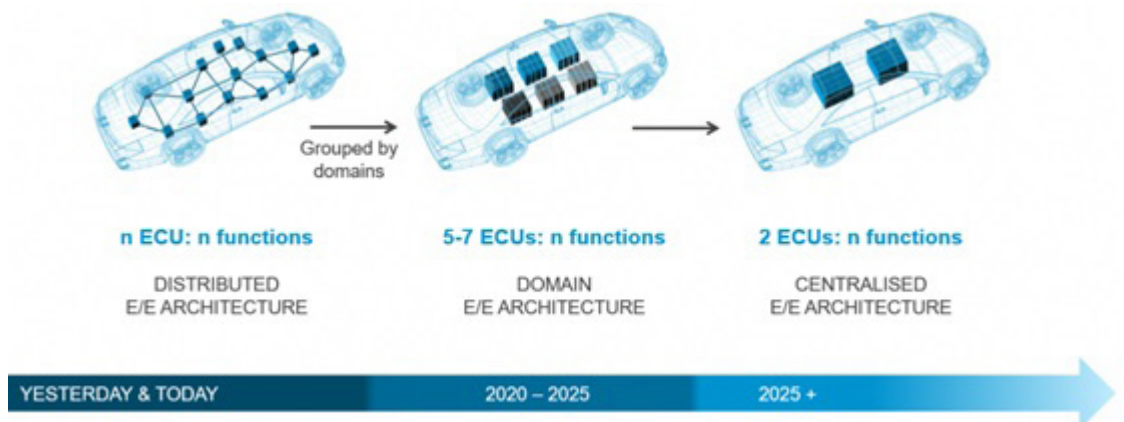


그림-2 자동차 솔루션 아키텍처의 진화 출처 : TTTech Auto AG, 2021

(ADAS 및 AV) 등 2-3개의 고성능 제어기가 차량에 탑재되고 기존의 독립적 제어기(ECU)들은 거의 사라질 전망이다.

차량-인프라 융합 기술

① CAV : Connected & Autonomous Vehicle

차량에 내재해 있는 센서와 AI 소프트웨어, 플랫폼이 아무리 뛰어나다 하더라도 원거리나 사각지대에서 발생하는 돌발상황이나 혼잡을 회피하는 데는 한계가 있다. 기존의 차량 독립형(Stand-alone) 자율주행기술의 한계를 극복하기 위해 나온 기술이 CAV 기술이다. CAV는 사물인터넷(IoT)기반의 차량사물통신(V2X: Vehicle to Everything)을 통해 운행 중인 AV에게 주변 교통 상황과 사고위험정보를 실시간으로 공유하는 첨단 기술이다. 도로시설물(신호등, 톨게이트 등), 노면 센서(보행자, 차량, 노면카메라 등), 통합교통관제 센터 등으로부터 전송된 정보를 차량 자체 정보와 융합하여 AV 스스로 안전을 확보하도록 지원한다.

② 원격조종(Teleoperation)

AV 운행 중 사고가 발생하거나 운전보조자의 유고 상황이 발생할 수 있다. 이러한 비상상황을 효과적으로 대처하기 위해 미국 캘리포니아주는 '원격운행자(Remote Operator)'가 관제를 통해 능동적 운전작업(DDT: Direct Driving Task)을 수행할 수 있도록 하고 있고, 독일도 '기술감독자(Technical Supervisor)'가 원격관제를 통해 비상상황을 대비할 수 있도록 차량과 원격 기술감독자 사이의 통신시스템을 안정적으로 확보하고 유지할 의무를 부과하고 있다. 한편, 최근에는 차량 중심 자율주행 기술의 성공가능성에 대한 우려가 확산되면서 지연 없는 초고속 통신망을 활용하여

긴급상황에만 활용하던 원격관제 기술의 적용범위를 확대하는 초고속 스마트 통합원격관제(Teleoperation) 기술 개발이 본격화되고 있다. 이미 스웨덴 대중교통공사 Scania에서는 2017년에 5G 기반의 통합관제센터를 통해 원격으로 버스를 조정하는 실험에 착수했다고 알려져 있다.

자율차가 교통, 도시 및 주택에 미치는 영향

자동차로 인한 사고의 90% 이상이 인간운전자의 과실 때문이라는 미국 연방고속도로관리청(NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration)의 분석 결과에 따라 사람운전자의 개입이 최소화되거나 필요없는 AV 개발이 시작되었다. AV의 운행이 현실화되면 교통사고가 줄고 차량 소유는 줄어 혼잡이 개선되며 주차장 수요도 대폭 감소할 것이라는 일반적인 전망이 있다. 하지만 이러한 예측은 년도별로 AV 레벨별로 각각의 주행거리가 전체 자동차 주행거리에서 차지하는 비중의 변화에 따라 달라질 수 있다. 관련 문헌(Zhang et al, 2018; Campisi et al, 2018; 한국산업기술평가관리원, 2019; 국토교통부, 2019) 검토를 통해 2030, 2040, 2050년에 레벨별 AV가 전

2030년	<ul style="list-style-type: none"> 레벨 2(부분 자동화):전체 자동차 주행거리의 10-20% 레벨 3(조건부 자동화):전체 자동차 주행거리의 1-5% 레벨 4(고도 자동화):전체 자동차 주행거리의 0.5-2%
2040년	<ul style="list-style-type: none"> 레벨 2(부분 자동화):전체 자동차 주행거리의 15-30% 레벨 3(조건부 자동화):전체 자동차 주행거리의 5-15% 레벨 4(고도 자동화):전체 자동차 주행거리의 5-10% 레벨 5(완전 자동화):전체 자동차 주행거리의 0.1-1%
2050년	<ul style="list-style-type: none"> 레벨 2(부분 자동화):전체 자동차 주행거리의 10-20% 레벨 3(조건부 자동화):전체 자동차 주행거리의 5-10% 레벨 4(고도 자동화):전체 자동차 주행거리의 10-20% 레벨 5(완전 자동화):전체 자동차 주행거리의 20-40%

체 자동차 주행거리에서 차지하는 비중을 아래와 같이 설정하고, 이를 기반으로 교통, 도시, 주택에 미치는 다양한 영향을 최대한 기존 문헌을 참고로 예측하였다.

2030년 : 레벨3 이상 AV 1.5~7%

AV의 비중이 낮지만 차량에 내장된 카메라 라이다 등의 센싱 기술과 C-V2X 등 통신 기술을 통해 차량 간의 간격을 최소화하고, 도로 용량을 최대화하여 교통 흐름을 원활하게 하는 동시에 차량 안전을 개선할 수 있다(Smith, 2020). 운전자 과실로 인한 사고가 약 30% 정도 감소하고(McKinsey, 2018), 교통혼잡도 10-15% 감소하고, 자율주행 기반 대중교통의 활성화로 대중교통 이용이 10-15% 증가할 것으로 예상된다(Boston Consulting Group, 2019). 한편, 목적지에 도착한 AV는 스스로 가까운 주차장소를 찾아 잠시 정차해 있다가 호출에 따라 다음 수요자에게로 이동하기 때문에 주차 공간에 대한 수요도 20% 정도 감소할 것으로 예상된다. 하지만 OECD(2019)의 추정치에 따르면 운전 관련 일자리가 5-10% 감소하고 해킹을 비롯한 사이버 보안 문제가 발생할 가능성도 커진다(MIT Senseable City Lab, 2018).

한편, 도시에서는 주차공간의 감소로 확보한 도시공간을 공원, 녹지, 혹은 새로운 주택 개발에 의해 활용할 기회가 늘어나지만 그 정도는 아직 미약하고, 운전 부담의 감소로 주차장 공급에 대한 부담이 다소 줄어든다. AV는 최적의 경로를 선택하고, 급가속 및 급감속을 줄여 연료 효율성을 높일 수 있기 때문에 소량이지만 이산화탄소 배출량을 줄여서 공기 질을 개선하는 데 기여할 수 있다. 전기 자율주행차가 실제 운행되기 시작하면 화석

연료 의존도를 줄이고, 지속가능한 도시 교통 시스템을 구축하는 데 중요한 시발점이 될 것이다.

주택의 경우 AV가 도입되어 운전 부담이 줄고 통근시간이 단축되면서 지역별로 수요에 미세한 변화가 예상된다. 사람들에게 통근 시간이 더 이상 큰 문제가 되지 않기 때문에 더 넓고 저렴한 주택을 찾기 위해 도시 외곽 또는 농촌 마을로 이동할 가능성이 생긴다. 장애인, 노약자 등 교통 약자들의 이동성 증대로 주거 선택의 폭이 넓어지는 긍정적 효과와 함께 도시 외곽지역에 대한 주택 수요의 증가로 부동산 가격의 상승을 초래할 우려도 서서히 증대한다.

2040년 : 레벨3 이상 AV 비중 10~26%

레벨3 이상의 AV 비중이 최대 26% 까지 증가하면 교통사고는 50% 이상 감소하고(McKinsey, 2018), 교통혼잡도 20-30% 감소할 것으로 예상된다(Boston Consulting, 2019). 동시에 운수직 일자리 감소폭도 최대 20% 까지 확대될 수 있다(OECD, 2019).

AV의 증가로 주차공간 수요가 크게 감소하면서 도시 공간의 재편 속도가 빨라지고, 주차장 대신 어메니티 공간에 대한 수요가 늘어나고, 전기 자율차 충전시설 등 스마트 도시 인프라 공급을 통한 도시 발전이 가속화될 전망이다. 자율차의 비율이 크게 늘면서 도시의 외연적 확대가 가속화되고 농지와 자연녹지의 급격한 감소가 우려된다. 또한 외곽 주거지를 중심으로 혼합 용도 개발도 늘어날 것으로 전망된다. 이를 통해 거주민들이 주거지 근처에서 다양한 서비스를 이용할 수 있으며, 지역 사회의 활력을 높이는 데 기여할 수 있다. AV는 또한, 고도화된 도로 설계를 필요로 한다. 따

라서 자율주행차 전용차선, 스마트 교차로, 공유자
율차 정차공간, 그리고 실시간 교통 정보 시스템
관련 도로변 인프라 등에 대한 수요가 증가할 것
으로 예상된다. 이러한 변화는 도시 교통의 효율성
을 높이고, 사고를 줄이는 데 기여할 것이다. AV는
V2X(Vehicle-to-Everything) 통신을 통해 실시간
으로 정보를 공유하므로, 안정적이고 빠른 통신 인
프라가 필수적이다. 이는 5G 네트워크와 같은 고
속 통신 인프라의 보급을 가속화할 것이다.

AV가 전체 자동차 이동의 25%를 차지하게 되
면 운전 부담이 크게 줄기 때문에 더 많은 사람들
이 도시 외곽이나 농촌 지역에 거주하면서 도심
내 직장으로 장거리 통근을 할 수 있게 된다. 이
는 도시와 교외 지역 간의 인구 분포를 변화시키고,
고, 새로운 주택 개발의 기회를 제공한다. AV를 활

용한 이동식 주택(mobile home)이 등장하고, AV
와 스마트홈이 연계된 다양한 서비스가 등장하기
시작한다(MIT Senseable City Lab, 2018), 한편
으로 외곽지역의 접근성 개선으로 인한 젠트리피
케이션 현상과 부동산 가격 상승, 도심 공동화 현
상이 심화되면서 부동산 가격 양극화가 발생할 것
으로 예상된다.

2050년 : 레벨3 이상 AV 비중 35~70%

레벨3 이상 AV 비중이 최대 70%까지 이르면 자
율주행 기술의 고도화로 교통사고는 최대 80% 이
상 급격하게 감소하고(McKinsey, 2018), AV 중심
의 교통체계가 구축되면서 교통 혼잡 또한 대부분
사라질 것으로 전망된다(McKinsey, 2023; 그림 3
참조). 또한, 자율화 수준이 높은 차량이 많이 운행



그림-3 자율차 시대의 미래도시 모습 출처 : <https://www.regens.com/en/-/a-world-where-80-of-parcels-are-delivered-by-autonomous-vehicles>

되면서 이동 중 자유롭게 업무와 회의를 할 수 있게 되어 생산성이 향상되고, 다양한 형태의 자율형 공유이동수단이 보편화 되면서 운전이라는 직업은 거의 사라질 위기에 처할 것으로 예상된다(OECD, 2019). 자율화 수준이 높아지면서 정전, 통신장애, 자연재해 등으로 인한 AV의 취약성을 보완할 수 있는 도시시스템의 구축도 필요하다.

공유 기반 AV와 기존의 대중교통시스템을 결합한 통합대중교통시스템(MaaS: Mobility as a Service)이 활성화 하면서 철도역, 버스중앙차로 정류장 등의 대중교통 거점을 중심으로 고밀도 개발이 확산되면서 압축도시가 곳곳에 등장할 것으로 전망된다. 동시에 AV의 운행 특성을 고려한 차선폭이 좁고 공유 AV 차량 대기를 위한 노상주차 공간과 보행공간이 충분한 새로운 형태의 도심 도로, AV기술적 문제로 발생할 수 있는 사고 등 갑작스런 운행 상 문제에 대응할 수 있는 첨단교통관계 시스템 등 다양한 스마트 인프라의 건설에 대한 수요가 늘어날 것으로 전망된다, 도시인프라를 활용한 데이터 수집과 활용 과정에서 개인정보 침해에 대한 우려도 심화될 전망이다.

AV가 보편화 되면서 주거가 교외와 시골로 확산하는 경향이 크게 늘고(Fortune Business Insight, 2023; HOK, 2023), 또한 AV를 활용한 장거리 통근 및 주거지 내부 이동도 함께 늘어나서 주택 및 도시 내 주차장 공간, 충전 및 유지 관리 시설, 무인쇼핑 및 배송 시설 등에 대한 수요가 크게 증가할 것으로 예상된다. AV를 활용한 이동주택 활용 여부에 따라 원격근무가 활성화될 수 있고 이로 인한 주거형평성 문제가 발생할 여지가 높다(Fagnant et al, 2015; Smith, 2023). 반면, 도심에서는 공동화 현상이 발생할 우려가 커지고, 이

를 극복하기 위해 AV와 공유경제를 결합한 공유 주거공간(Co-living Space) 공급을 위한 도시재생 사업도 활발해질 가능성이 있다(Grand View Research, 2023; S&P Global, 2023).

결론 : AV의 영향에 대한 반론

일반적으로 AV는 다양한 센서를 활용하고 사물 차량통신(V2X)의 지원을 받아 운행하기 때문에 운행지체와 사고를 줄이고 전반적으로 환경 문제를 개선할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 개별 자율차량흐름의 개선이 교통혼잡을 개선할 것이라는 보장은 없다. 갑작스런 AV의 차선변경 또는 급정거 등 이동으로 인해 교통류의 흐름이 빈번하게 불규칙하게 될 가능성도 있고, 때로는 엄격하게 교통법규를 지킴으로 인한 지체도 발생하게 된다. 실제 미국 SF에서의 자율주행택시 운행 경험에 따르면 법규를 지키도록 프로그래밍된 자율차로 인해 가로의 통행속도가 오히려 느려졌다는 평가 결과도 있다. 한편 AV를 대상으로 일반 차량들이 갑자기 끼어들거나 급정거를 하는 등의 실험을 할 경우에는 사고 위험과 함께 교통흐름에 악영향을 끼칠 수 있다는 우려도 생긴다.

한편, 자율차가 도입될 경우 노년층, 장애인, 미성년자 등의 이동성을 크게 개선할 수 있고, 실시간 수요대응형 무인 대중교통 서비스도 가능하기 때문에 차량소유도 낮아질 것으로 예상된다. 하지만 이러한 장점에도 불구하고 오히려 외곽지역에서 장거리 AV승용차량의 운행 빈도가 급격하게 늘면서 교통혼잡을 악화시킬 수도 있다. 그리고, AV의 증가로 교통흐름이 개선되면 잠재해 있던 승용차 수요가 도로로 나오면서 도로 개선 효과는

빠르게 사라질 수 있다.

언제든 필요할 때 앱 등을 통해 부르면 무인으로 요청한 곳으로 올 수 있는 자율차가 운행된다면 차량을 소유하는 대신 공유하는 것이 비용적 측면에서 유리하다. 물론 요청한 차량이 항상 여유가 있게 존재해야 하고 대기하는 시간이 주차해 놓은 차량으로의 접근 시간과 큰 차이가 없어야 하는 전제 조건이 충족되어야 한다. 차량공유 및 승차공유 서비스가 도입될 당시만 해도 차량소유가 줄어들면서 주차장에 대한 수요가 크게 줄것이라는 예측이 있었지만 현실은 오히려 고급차량만 늘어나는 부작용이 발생했다. 따라서 AV의 경우에도 차량소유가 줄어들 것이라는 예상은 현실적으로 구현되기 쉽지 않고 따라서 주차장의 면적을 줄여서 공원 등을 늘릴 수 있다는 예측이 올바른 것인지 의문이 든다. 한편 이러한 조건들이 충족되어 주차장의 공급을 줄이면 공유 AV 차량들이 대기할 도로변 노상주차장에 대한 수요는 오히려 크게 늘어날 것으로 예상된다. 이 경우 AV 도입으로 인해 차량통행량이 줄어서 도로의 차선을 줄일 수 있다는 주장 또한 현실화 되기 어려울 전망이다.

AV가 도입되기 전 상태에서 도입된 이후의 영향을 정확하게 예측하기는 거의 불가능하다. 특히 다양한 요인들이 복잡하게 얽혀 있는 도시와 주택시장의 전망을 정확하게 하기는 어렵다. 다만 기존 연구들이 대부분 긍정적 전망을 하고 있기 때문에 이를 현실화 시키기 위해 결론 부분에 제기된 우려들에 대해 미리 선제적으로 대응해 나가는 노력이 필요할 것으로 판단된다. 자동차가 늘면서 교차로 지체가 없는 고속도로가 나왔듯이, 운전자가 없는 자율차 시대에는 신호등 없는 도

심교차로, 민간주행사업자가 AV의 주행을 원격에서 가이던스와 제어하는 차세대 내비게이션 같은 새로운 교통운영시스템에 대한 고민을 시작해야 한다. ●●

참고문헌

- Boston Consulting Group. "The Impact of Autonomous Vehicles on Cities." 2019, pp. 23-25.
- Campisi, T., Tesoriere, G., & Canale, A.(2018). The Impact of Autonomous Vehicles on Cities: A Review.
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K.(2015). "Preparing a Nation for Autonomous Vehicles: Opportunities, Barriers, and Policy Recommendations." Transportation Research Part A: Policy and Practice.
- Fortune Business Insights. "Autonomous Cars Market Size, Share & Growth Report [2032]." 2023, 11-15.
- Grand View Research. "Autonomous Vehicle Market Size and Share Report, 2030." 2023, pp. 14-19.
- HOK. "Autonomous Vehicles and the Future of Urban Planning." 2023.
- McKinsey & Company. "Autonomous Vehicles: The Next Revolution." 2018, pp.18-20.
- McKinsey & Company.(2023). "A new look at autonomous-vehicle infrastructure." Available at: McKinsey.
- MIT Senseable City Lab. "The Impact of Autonomous Vehicles on Cities: A Review." 2018, pp. 22-23.
- OECD. "The Future of Jobs: Employment Outlook." 2019, pp. 39-41.
- S&P Global. "Autonomous vehicle sales to surpass 33 million annually in 2040." 2023, pp. 5-10.
- Smith, A.(2023). "The Future of Mobile Homes in an Autonomous World." Journal of Urban Mobility, pp.45-48.
- TTTech Auto AG, 2021
- Zhang, W., & Guhathakurta, S.(2018). "Residential Location Choices and Their Implications for Energy Consumption: Evidence from Phoenix Metropolitan Area." Urban Planning.
- 국토교통부(2019), 자율주행차 정책 :<https://www.molit.go.kr/>
- 정광복, 자율주행과 자율주행기술개발혁신사업, 비공?자료, 2024.
- <https://www.regens.com/en/-/a-world-where-80-of-parcels-are-delivered-by-autonomous-vehicles>

실시간 수요대응형 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스



김주영
한국교통대학교
교수

서론

승용차 보유 대수는 2013년 이후 매년 2~3% 수준으로 꾸준히 증가하고 있으며, 상대적으로 짧은 통행 특성을 보이는 개인형 교통수단(Personal Mobility, 이하 PM)의 도입과 철도노선 확장으로 인해 버스의 수단 분담률은 지속해서 감소하고 있다. 이러한 이유는 버스의 경우 일정한 경로를 가지고 운행되기 때문에 그 경로를 이용하는 일정한 수준의 승객이 확보되지 않으면 운영 효율성이 떨어지게 되고, 이는 노선감축이나 비효율적인 노선의 운행으로 정부의 보조금을 지속적으로 투입해야 하는 일이 발생하게 된다. 노선형 버스의 한계점을 해결하기 위해서 이용객들이 많지 않고 유동적으로 발생하는 지역에서는 정해진 노선이 아닌 이용객의 응답에 따라 버스를 운영하는 수요대응형 대중교통(Demanded Responsive Transport, 이하 DRT)에 대한 연구들이 많이 진행되어 왔다(노승원 외, 2022). 하지만, 수요대응형 대중교통 서비스 역시 운전자 인건비를 포함한 운영비용이 운임 수입에 비해 과대하여 경제성 확보가 쉽지 않은 한계가 있다. 운영비용을 절감하기 위한 방안 중 하나로 급속히 발전 중인 자율주행 기술이 탑재된 차량을 이용하여 수요대응 대중교통 서비스를 제공하는 시스템 개발이 진행되고 있다. 이러한 자율주행 기술을 도입한 DRT 서비스는 첨단 기술의 도입으로 운전자의 인적 오류로 인한 사고감소로 안정성을 확보할 수 있고, 기존 버스나 DRT의 운송원가에서 높은 비율을 차지하고 있는 노무비

구분	도입시기	운행지역	운행사항	운임요금	운행방식	운행특성
e-BUS	2011년	원하는 시간에, 원하는 노선으로 운영	통근 및 통학 시간대의 첨두시에 기점과 종점을 제외한 최대 3회의 정차만으로 운행	-	일부고정 노선형	출·퇴근 시간대
좌석예약 광역버스	2017년	광역급행8개 노선, 직행좌석 2개 노선	탑승 일자·시간·정류장·좌석 등을 사전 예약제로 운영하는 광역버스 회원제, 예약제, 지정 좌석으로 운영	2,800원 (환승 할인 가능)	일부고정 노선형	출·퇴근 시간대
정기 이용권 버스	2012년	화성시 4개 노선, 고양시 2개 노선, 김포 2개 노선	「여객자동차운수사업법」 시행규칙 제17조 제1항 제1호 가목의 4) - 한정면허 정기 이용권 구매 회원을 대상으로 출·퇴근 시간대에 지정 좌석, 정시 출발	요금은 자율신고제 방식, 지역별 여건에 따라 적용	일부고정 노선형	출·퇴근 시간대
서울시 심야 콜-버스 [현재 운행 (사업)중단 상태]	2016년	출발지 : 강남구 목적지 : 강남구, 서초구 등 13개	승객의 목적지에 맞게 실시간 노선을 정함 일요일·공휴일을 제외한 심야시간대 (23시~ 04시) App으로 예약	기본요금 3,000원 3km~10km 구간 km당 800원 10km이상 구간 km당 600원	원전수요 응답형	심야 시간대

표-1 국내 수요응답형 교통수단 현황(도시형 버스) 자료 : 국토교통부, 「미래 교통여건을 고려한 수요응답형 교통수단 개선방안 연구」, 2022

(운전자 급여, 제수당, 상여금, 퇴직금 등)를 절감하는 등 수요응답형 자율주행 대중교통은 기존 버스나 DRT의 문제점 해결을 위한 방안으로 사용될 수 있다(윤태관 외, 2019).

국내 수요응답형 대중교통 현황 및 문제점

현재 우리나라에서 운영 중인 DRT 서비스는 한국교통안전공단의 DRT 플랫폼(도시형, 농촌형)과 국내 많은 민간 기업을 중심으로 다양한 형태로 서비스가 운영되고 있다.

한국교통안전공단의 DRT 플랫폼은 공공형 교통 모델 지원사업을 수행 중인 135개의 지자체 중 63개의 지자체가 서비스를 이용 중이며, 이용자의 대부분은 고령자로 애플리케이션을 이용한 콜보다는 지역 콜 센터와 연계하거나 기사에게 직접

콜을 하여 배차되는 서비스가 제공되고 있다(박호철 외, 2022).

민간 기업 DRT 서비스에는 대표적으로 현대 I-MOD, 셔클(Shucle) 등이 있으며, 민간 DRT 서비스는 애플리케이션을 통해 호출과 배차가 이루어지고, 실시간 최적 경로 생성 기술과 Maas 플랫폼 결합을 통해 다양한 수요를 충족하기 위해 유연하게 운영되어야 하는 DRT 서비스의 운영관리를 하고 있다(박호철 외, 2022).

특히, 스마트폰 애플리케이션과 같이 ICT(정보통신기술)를 활용한 예약 시스템과 실시간 최적 경로 생성 기술(AI Dynamic Routing) 등을 이용하여 이용자의 편의성이 높아졌다. 또한 이를 통해서 실시간으로 차량의 위치를 확인하고 예약할 수 있고, 승객의 실시간 이동 수요를 분석하여 가장 적합한 경로를 찾아 효율적으로 배차가 이

구 분	도입 시기	운행지역	운행구간	운행사항	운임요금	운행방식	운행특성
마중버스	2012년	충남 아산시	버스 정류소, 학교	8개 노선 운영	600원	고정노선형	농어촌형, 등교 시간대
					800원(시내버스 환승시)		
					등교·청소년 500원 (카드 400원)		
아산시 마중택시	2012년	배방읍, 온양6동	시내버스 정류소, 운행거리 3km 이내 지역	일 5회(평일) 운행 최소 30분 전 콜 센 터 접수	100원 버스(정류소, 운행거리 3km 이내)	완전수요 응답형	농어촌형
					시내버스 요금 (읍·면사무소소재지)		
양평군 따복행복 택시	2015년	양평군	전철역, 시장, 관광서 등	주민총회 거쳐 운행구간과 시간 선정	기본 1,200원/1명당 - 10km 초과 시 5km마다 100원	완전수요 응답형	농어촌형
예천군 희망택시	2015년	예천군	읍소재지	마을별 4~8회 운행	1,200원/1명당	완전수요 응답형	농어촌형
성주군 별고을 택시	2014년	벽진면, 선남면	면 소재지(최대 15분 소요)	1일 2회(편도), 운행시간대 1일 8회	500원/1인당	완전수요 응답형	농어촌형
양평군 행복버스	2014년	서증면 (YP서중행복버스)	문호리와 18개 행정리	1일 9회 운행	일반 500원	고정노선형	농어촌형
		청운면 (푸른구름꿈마을 청운행복버스)	용두1리 외 19개 행정리	1일 8회 운행	청소년, 노약자 등 100원		
	2017년				6세미만 무임		
전라북도 행복 콜버스	2015년	전주,군산,남원등 8개 지역	-	콜센터로 버스 호출시운행	500~1,000원	완전수요 응답형	농어촌형
세종시 두루타 (버스)	2019년	장군면 (타 지역 이동 불가)	장군면사무소외 17개 정류장	운행시간:7:00~20:00 이용최소1시간 전 콜센터 예약	500원(환승 불가)	완전수요 응답형	농어촌형
밀양시 아리랑 버스	2020년	삼랑진읍	삼랑진읍 5개 노선	아침 2회,막차 1회는 노선형으로 운행	시내버스 기본요금과 동일	고정노선형	농어촌형
				그 외 시간대는 이용 1시간전전화예약		완전수요 응답형	

표-2 국내 수요응답형 교통수단 현황(농어촌 버스) 자료 : 국토교통부, 「미래 교통여건을 고려한 수요응답형 교통수단 개선방안 연구」 2022

루어지도록 운영하고 있지만, 기술의 발전으로도 DRT 시스템의 지속적인 운영을 위해서는 재정적 지원이 필수적이다. 일부 농어촌 지역과 대도시 외곽 지역에서는 낮은 이용률로 인해서 재정적 지원에도 불구하고, 운임으로 운영비용을 충당하는데 어려움을 겪고 있다(최성택 외, 2018).

DRT 서비스는 교통이 취약한 지역 주민들의 이동권을 보장하고, 대중교통의 사각지대를 해소하는 데 중요한 역할을 하고 있지만, 지속 가능한 운영을 위해서는 재정적 부담을 덜 수 있는 관리 방안이 필요하다.

플랫폼명		사업자	주요내용
셔클(Shucle) (2020.04~)		<ul style="list-style-type: none"> • 세종도시교통공사 • 파주 신생여객 • 현대자동차 	<p>전용 앱을 통해 호출하고 원하는 장소에 승·하차, 지정좌석제, 월 단위 구독제서비스 운영</p> <p>현대자동차가 개발한 실시간 최적 경로 생성 기술(AI Dynamic Routing)을 적용하여 승객의 실시간 이동 수요를 분석·파악하여 가장 적합한 경로를 찾아 효율적 배차</p>
I-MOD (2019.12~)		<ul style="list-style-type: none"> • 현대자동차 컨소시엄, (주)씨엘, 현대자동차, 현대오토버, 인천 스마트시티, 연세대학교, 인천광역시, 현대카드, 불루윌렛, 이비카드, KST모빌리티 	<ul style="list-style-type: none"> • 승객이 실시간 호출 시 실시간으로 가장 빠른 경로가 생성되고 배차가 이루어지는 버스로 정해진 노선이 없으며, 가장 가까운 버스정류장으로 차량 배차 • 영종국제도시, 송도국제도시, 검단신도시 등에서 16인승 버스 운영
포티투닷 (2022.01~)		<ul style="list-style-type: none"> • 포항 TAP(42dot) 	<ul style="list-style-type: none"> • 규제 샌드박스실증 특례에 따라 '22년 1월부터 경북 포항시에서 수요응답형 교통수단 서비스운영 • 앱으로 대형택시를 호출하여 승차 위치와 좌석을 지정할 수 있으며, 월 구독형 서비스 제공 • 2월 말까지 실증을 거쳐 알고리즘 고도화, 수요응답형 모빌리티가도심지역 교통문제 해소에 기여할 수 있는지 검증 예정
씨엘		<ul style="list-style-type: none"> • 강릉 스마트시티 챌린지 사업 • 관광형 MaaS플랫폼 	<ul style="list-style-type: none"> • '21년 강릉시 스마트시티 챌린지사업 컨소시엄을 통해 여행객과 지역 상권을 연결하는 '관광형 MaaS' 플랫폼을 구축 중 • 강릉관광 주요지점을 실증 지역으로 설정하여 수요응답형 교통수단을 활용한 시내 간선 시스템 개발과 5대를 시범 운영중
아우토크립트		<ul style="list-style-type: none"> • 부산 및 경기도 이동의 자유 • 서울 은평구 아이맘택시 	<ul style="list-style-type: none"> • 교통약자 이동 플랫폼으로 전용 앱을 통해 호출하고 원하는 장소에 승하차가 가능 - 이동의 자유는 사회적 협동조합으로 장애인 등 교통약자의이동을 지원하는 수요응답형 교통수단 플랫폼임 - 아이맘택시는은평구 임산부 대상의 바우처 택시 플랫폼 기반으로 전용 앱을 통해 예약/운행
과천콜버스 (2022.04~06)		<ul style="list-style-type: none"> • 과천시 규제샌드박스 • (주)스튜디오 칼릴레이 	<ul style="list-style-type: none"> • 과천시 규제샌드박스실증 특례에 따라 대중교통 취약지역 상세 진단을 통해 수요응답형 교통수단 시범 운영 - 버스 이용수요, 배차간격, 대기시간 통행거리 등 현황 분석을 통해 적정 운영 지역 선정 - 지자체,운수사, 플랫폼 운영사와 상생 운영 구조로 버스 플랫폼 기반의 전용 앱을 통해 운행

표-3 국내 민간 수요응답형 플랫폼 운영 현황(스마트 챌린지 및 규제 샌드박스 사업) 자료 : 국토교통부, 「미래 교통여건을 고려한 수요응답형 교통수단 개선방안 연구」, 2022

수요응답형 자율주행 대중교통 기술현황 및 도입효과

자율주행 기술을 탑재한 차량은 전 세계 판매량이 2025년 60만대, 2035년 2,100만대로 예상되며, 전 세계적으로 자율주행 시장이 급속도로 성장하고 있다. 이러한 자율주행 서비스는 비싼 차량의 가격, 기존 교통문제 해결 등의 이유로 대중교통 서비스에 먼저 도입 될 것으로 예상된다(이승민 외, 2018).

국내 자율주행 기술의 경우 현대기아차에서 미국 자율주행 전문기업인 애플티브와 합작하여 자율주행 시스템을 개발 중이지만, 버스나 트럭의 자율주행 기술은 개발역량과 투자의 부족으로 해외 기술에 의존하고 있는 실정이다. 반면, 해외 선진

국의 경우 다양한 교통상황에서 대중교통 운영을 위한 기술개발이 오래전부터 수행되어 왔다. 미국의 경우 미 국방부 주도하에 개발한 VAA(Vehicle Assist and Automation) 프로그램을 다양한 대중교통(BRT, DRT 등)에 대한 연구를 진행하고 있으며, 유럽연합에서도 대중교통 혼합 상황에서 차량의 군집주행에 대한 연구를 위해 SARTRE 프로젝트에 2010년경부터 640만 유로를 투입한 연구를 진행한 바 있다(윤태관 외, 2019).

국내·외 많은 도시에서 자율주행 대중교통 시범운행이 활발히 진행되고 있으나, 대부분 통제된 짧은 구간 5km 내외에서 저속으로 특정 시기에만 시범운행을 수행하는 수준에 그치고 있다. 대부분 소형차량을 이용한 저속 셔틀 서비스 형태이지만, 고속주행 서비스를 시범 운행한 사례도 일부 있

구분	도시	실증목적	참여기관	세부내용
미국	앤아버 (Ann Arbor)	운영 가능 영역 시험	대학/ 기업	• 미시간대학교 통제도로에서 운영하는 주문형 셔틀로 최대 50대 배치하는 방법을 실증
네덜란드	바헤닝언 (Wageningen)	공간활용·대중교통 계획 수립	정부/ 중소기업/ 대학	• 2016년 1월 공공도로에서 세계 최초로 2대의 자율주행버스 시범운행 • 이용자가 기차역에서 픽업을 위해 앱으로 버스 호출 가능
스위스	프리부르 (Fribourg)	공간활용·대중교통 계획 수립	정부	• 스위스 최초 자율주행버스 • 2017년 8월에 1.3km 구간을 시험운행
프랑스	파리 (Paris)	교통법규 준수 여부 확인 공간활용·대중교통 계획 수립 자율차 상호데이터 교환 시험	기업/ 중소기업	• 2017년 7월 라마일스 상업지구에서 라스트마일을 연결하는 3대의 자율주행버스를 6개월 동안 시범운행
중국	심천 (深圳)	공간활용·대중교통 계획 수립 운영 가능 영역 시험	중소기업	• 심천 하이 리온 테크놀로지가 제공하는 중국산 자율주행버스 • 최대 시속 32km로 20명까지 탑승 가능하며, 1.2km 구간 시범운행
한국	판교	운영 가능 영역 시험	대학/ 지자체/ 기업	• 미니버스를 이용하여 5.5kg구간을 시속 25km로 운영
	인천	운영 가능 영역 시험	기업	• 45인승 자율주행버스를 이용해 인천공항(2.2km) 시속 30km 자율주행버스를 운영

표-4 국외 수요응답형 자율주행 대중교통 현황 자료 : 국토교통부, 「미래 교통여건을 고려한 수요응답형 교통수단 개선방안 연구」, 2022

다. 지금까지의 사례를 종합적으로 분석하면, 자율주행 대중교통 시범운행은 시민을 위한 교통 서비스 제공보다는 차량의 기술개발 실증을 위한 제한된 구역(테스트베드) 내 시범운행의 성격이 강하다고 할 수 있다.

그러나, 자율주행 관련 기술(환경 인식, 안전, 통신, 시스템 등)의 개발 완료시점을 기준으로, 자율주행 대중교통서비스 도입 효과를 전망해보면 자율주행 DRT 서비스 도입 시 높은 노무비로 인한 서비스 품질 저하를 예방할 수 있다. 자율주행 DRT 서비스는 기존의 DRT와 달리 운전직 인건비가 들지 않아 운영비를 일정 부분 절감할 수 있다. 국토연구원(2019)에 따르면, 자율주행 버스의 가격이 일반 버스보다 1.5배 더 비싸게 책정되더라도, 반년 내에 손익분기점에 도달하며 차량 한대가 생애주기 동안 약 12.9억 원의 비용 절감 효과를 나타내 차량 약 1.5대를 추가로 운영할 수 있는 것으로 분석되었다. 또한, 전기 동력을 기반으로 한 자율주행 버스를 도입할 경우에도 약 1년 후 손익분기점에 도달하며, 생애주기 동안 10억 원 이상의 운영비 절감으로 인해 0.6대 이상의 차량을 추가로 운영할 수 있는 것으로 분석되었다.

또한, 자율주행 DRT 서비스는 퍼스트/라스트 마일 서비스를 제공함으로써 기존 DRT 서비스의 접근성을 향상시키고, 교통 소외 지역에 절감된 노무비로 새로운 노선을 확충하며, 수요응답형 서비스를 통해 대중교통 서비스 영역을 확장하는 등의 효과가 기대된다. 특히, 고령사회인 현재, 고령자의 이동권 보장 문제가 대두되고 있는 상황에서 이를 위한 대중교통 서비스 제공도 가능할 것으로 예상된다.

결론

자율주행 DRT가 효율적으로 도입되기 위해서는 기술적 향상과 더불어 정책적인 지원이 필요하다. 도로 인프라 측면에서는 자율주행을 위한 차선관리와 표지판 관리, 시설물 측면에서는 비상상황 대응시설 및 DRT 정류장 시설 등에 대한 검토가 필요하다. 이와 더불어 교통정보 제공 인프라의 구축과 운전자가 없는 자율주행 대중교통 서비스인 만큼 관제센터의 역할도 중요하다. 또한 법·제도 측면에서는 운수종사자 면허 기준, 자율주행 차량 표시 의무 등 관련 법 개정이 요구된다.

수요대응형 자율주행 대중교통 서비스는 기존 대중교통 서비스의 한계를 극복하고 향후 발전 가능성을 보여주고 있다. 특히, 운전자 인건비 등 운영비용의 절감을 통해 경제성을 확보하고, 장소와 시간에 따라 유연하게 운행하는 것이 가능하다. 이로써 고령자의 이동권 보장 문제를 포함한 대중교통 서비스의 다양성을 확대할 수 있으며, 더 나아가 지속 가능한 대중교통 시스템을 구축하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. ●●

참고문헌

- 노승원 외(2022). 실시간 수요대응 자율주행 모빌리티 평가 항목 정의. 한국산학기술학회지, 2022(23), 871-879.
- 박종일 외(2022). 지방중소도시의 민관협력형 이동 서비스 구축방안 연구 : 수요응답형 교통 서비스를 중심으로. 국토연구원.
- 박호철 외(2022). 미래 교통여건을 고려한 수요응답형 교통수단 개선방안 연구. 국토교통부.
- 윤태관 외(2019). 자율주행기반 대중교통체계 구축방안 연구. 국토연구원.
- 이승민(2018). 자율주행자동차 최근 동향 및 시사점. 주간기술동향 1842호. 대전: 정보통신기획평가원, 16-25.
- 정광복(2021). 자율주행자동차 관련 국내외 정책 동향. 한국자동차연구원 모빌리티 인사이트, 2023(8), 24-30.
- 최성택 외(2022). 수요응답형 대중교통 서비스 도입 효과분석. 한국교통연구원.

UAM

UAM과 스마트 도시 : 공중 교통의 미래와 도시 변화



송교원
국민대학교
교수

도시 교통의 새로운 지평: Urban Air Mobility(UAM)

전 세계 도시들은 급격한 인구 증가와 도시화의 진행으로 인해 다양한 사회적, 환경적 문제에 직면해 있다. 특히 교통 체증과 대기 오염은 도시 거주자들의 삶의 질을 저하시키는 주요 요인으로 작용하고 있다. 이러한 문제에 대한 해결책으로 전세계적으로 Urban Air Mobility(이하 UAM)가 각광 받고 있다. UAM은 전통적인 도로 기반 교통 시스템을 변화시킬 잠재력을 지니고 있는 것으로 평가 받고 있으며, 전기를 동력으로 사용하는 수직 이착륙(eVTOL) 항공기를 활용하여 고도화된 도시 환경에서 더 빠르고 효율적인 이동 수단을 제공하는 것을 목표로 한다.

UAM은 단순히 하늘을 나는 차량을 넘어서, 도시의 교통 체계 전반에 걸친 혁신적인 변화를 이끌 수 있는 기술 생태계 전반을 의미한다. 도심 지역에서의 신속한 이동은 물론, 교외 지역과의 연결성 향상을 통해 보다 광범위한 지역적 이점을 제공할 수 있으며, 이산화탄소 발생 등 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화하면서 교통 효율성을 극대화할 수 있는 방법으로 평가받고 있다.

이를 위해 세계 여러 국가에서 UAM의 상용화를 위한 연구와 개발이 활발히 진행 중이다. 특히 전 세계 항공산업을 주도해온 미국은 UAM 관련 법정비를 진행하고 있으며, NASA 주도로 UAM 초기 생태계 구축 및 안전성과 통합운용성 확인을 위한 실증 프로그램인 ‘National Campaign’을 진행

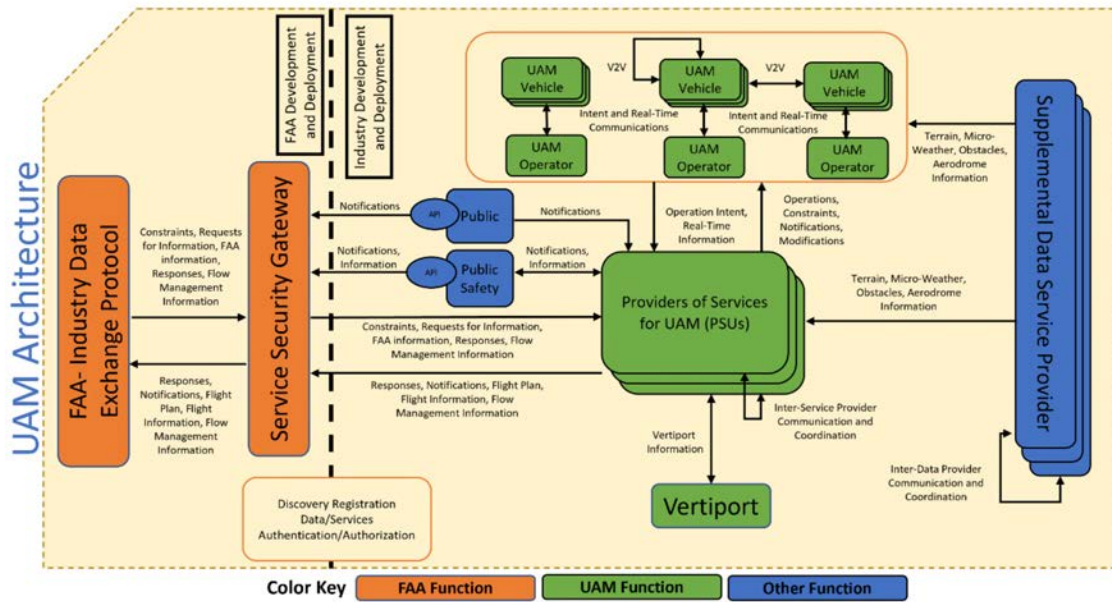


그림-1 FAA Notional UAM Architecture

중에 있다. 유럽 또한 eVTOL에 대한 인증기준 제정 및 버트포에 관한 기술적 설계 기준을 수립하는 등 UAM 생태계 조성 정책을 펴고 있다.

우리나라도 한국형 도심항공교통 목표와 추진 전략 등을 담은 ‘K-UAM 로드맵’을 발표(‘20.6) 하였으며, UAM 관련 분야의 핵심 기술을 식별하여 ‘K-UAM 기술로드맵’을 발표(‘21.3)하였다. 또한 국토부를 중심으로 47개 기관이 참여하는 민·관·학·연 협의체인 ‘K-UAM Team Korea’를 운영하는 등 국내 UAM 시장의 현실 가능성을 높이기 위해 정부 차원의 발 빠른 대응을 추진 중이다.

스마트 도시와 UAM의 융합

UAM의 성공적인 정착을 위해서는 스마트 도시와의 융합은 필수적이다. 정보통신기술(ICT)을

활용한 스마트 도시는 도시 운영과 서비스를 최적화하고, 시민의 삶의 질을 향상 시키는 것을 목표로 하고 있다. IoT(사물인터넷)와 5G 네트워크는 도시 전반에 걸쳐 실시간 데이터를 수집하고 분석하여 교통 관리, 에너지 사용, 공공 안전 등을 최적화하기 위한 노력들이 진행되고 있으며, 표-1과 같이 전세계의 많은 도시들이 이미 스마트한 도시를 만들기 위해 많은 노력을 기울이고 있다.

UAM이 진정한 도시 교통 수단으로 자리 잡기 위해서는 MaaS와 TaaS 개념이 적용되어야 한다. MaaS와 TaaS는 다양한 교통 수단을 하나의 통합된 플랫폼에서 제공하여, 이용자들이 필요에 따라 최적의 이동 수단을 선택할 수 있게 한다. 이러한 서비스는 UAM과 자율주행 차량, 공유 모빌리티 서비스, 대중교통을 포함한 다양한 이동 수단 간의 원활한 연계를 지원한다.

도시	시민 참여	모빌리티	에너지
암스테르담	<ul style="list-style-type: none"> • 시민 플랫폼 제공 • 공유 경제 도입 	<ul style="list-style-type: none"> • 자전거 공유 • 스마트 주차 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 그리드 • 에너지 저장 시스템
싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 네이션 계획 • 시민 참여 플랫폼 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 차량 • 공유 모빌리티 서비스 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 그리드 • 에너지 최적화
바르셀로나	<ul style="list-style-type: none"> • 시민 참여형 정책 결정 • 공유 경제 활성화 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 교통 관리 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 관리 시스템 • 스마트 그리드
런던	<ul style="list-style-type: none"> • 공공 서비스 접근성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 버스 • 스마트 주차 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 효율 건물 관리
도쿄	<ul style="list-style-type: none"> • 재난 대비 교육 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> • 고속 전철 • 스마트 버스 정류장 	<ul style="list-style-type: none"> • 재생 에너지 사용 확대
뉴욕	<ul style="list-style-type: none"> • 시민 참여형 안전 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 택시 • 공유 자전거 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 효율 건물

표-1 주요 도시별 스마트 도시 서비스

고도화된 통신망, 미시적/국지적 기상 예보 시스템, 실시간 3D 지도 등의 기술적 인프라도 필수적이다. 스마트 도시는 이러한 인프라를 지원하여 UAM의 안전한 운항을 보장한다. 예를 들어, 5G 네트워크는 빠르고 안정적인 데이터 전송을 통해 UAM의 실시간 교통 관제와 기상 정보를 제공한다. IoT 센서는 도심 전역에서 실시간 데이터를 수집하여 UAM의 운항 경로를 최적화할 수 있다.

스마트 도시는 또한 자율주행 차량과 공유 모빌리티 서비스를 통해 도시 내 이동성을 향상시키고, 다양한 교통 수단 간의 원활한 연계를 지원한다. 예를 들어, 도심 내 UAM 버티포트에서 자율주행 차량과 연결하여 최종 목적지까지의 이동을 지원하거나, 실시간 데이터 분석을 통해 대중교통의 운행 경로와 시간을 최적화하여 UAM과의 연계를 강화할 수 있다.

환경적 측면에서도 스마트 도시와 UAM의 융합은 큰 이점을 제공할 수 있다. 전기 추진 eVTOL 항공기를 활용하여 탄소 배출을 줄이고, 스마트 그리드를 통해 효율적인 에너지 관리를 실현할 수

있으며, 에너지 저장 시스템과 재생 에너지를 활용하여 UAM의 에너지 수요를 충족시키고, 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화할 수 있다.

기존 스마트 도시의 사례들은 UAM과의 융합이 어떻게 실현될 수 있는지 그 가능성을 보여준다. 스마트 도시와 UAM의 융합은 도심 교통의 효율성을 극대화하고, 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화하며, 시민의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 방법이 될 수 있으며, 이를 통해 우리는 더 나은 미래를 위한 도시 교통의 혁신을 기대할 수 있다.

UAM도입을 위한 고려 사항

UAM이 실제 교통수단으로 활용되기 위해서는 필수적으로 갖춰야 하는 것들이 있다. 첫 번째는 UAM 시스템을 구현할 수 있는 기체가 필요하다. 현재 전 세계적으로 약 350개의 업체가 eVTOL 항공기를 개발하고 있으며 Joby Aviation ‘S4’, Beta Technologies ‘Alia-250’, E-Hang ‘EH-216’와 같은 기체들이 시험비행에 성공하는 등 상

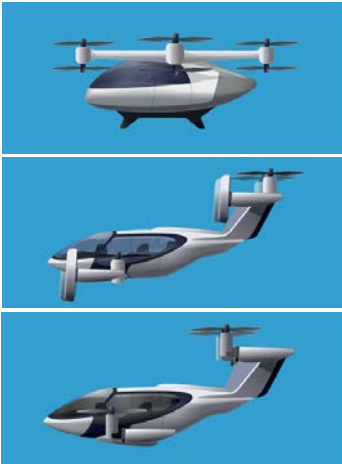
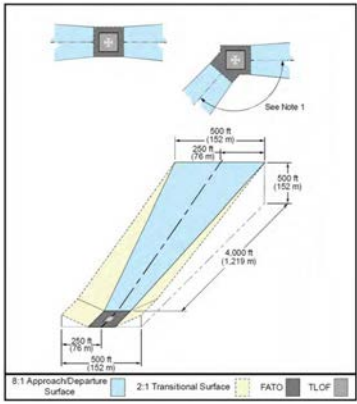
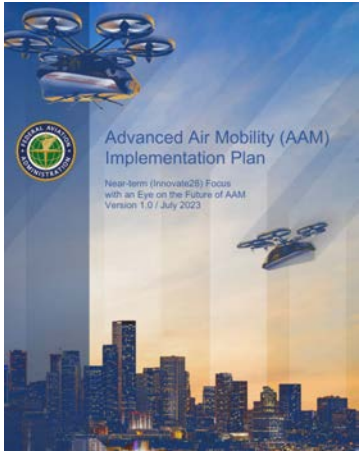
eVTOL 기체	버티포트(진입 표면)	UAM 관련 기준
		

표-2 UAM 도입을 위해 고려할 요소들

용화를 눈앞에 두고 있다. 두 번째, UAM 생태계의 성공적인 정착과 확산을 위해서는 기체의 개발 뿐만 아니라, 관련 인프라의 구축 또한 필수적이다. 인프라 중에서도 기존 교통시스템과의 유기적 연계 및 이용객의 터미널 역할을 하는 버티포트는 가장 핵심적인 요소라고 할 수 있다. 미국 연방항공청(FAA)의 ‘Engineering Brief 105: Vertiport Design’과 유럽항공안전청(EASA)의 ‘Prototype Technical Design Specifications for Vertiports’은 버티포트 설계 및 구축을 위한 중요한 기준을 제시하고 있으며, 이를 바탕으로 여러 국가들이 UAM 도입을 위한 제도를 마련하고 있다. 세 번째, UAM의 상용화를 위해서는 기술개발과 더불어 우리나라에 맞는 운용 여건과 민간의 안정적인 사업추진을 위한 제도적 틀이 필요하다. 현재 국내에서는 도심항공교통의 실증 및 상용화 지원을 위한 「도심항공교통 활용 촉진 및 지원을 위한 법률」이 제정(2024.4.25. 시행) 되었으며, 현재 이를

구체화하기 위한 시행 규칙 및 행정 규칙 수립을 위한 준비를 진행 중에 있다.

UAM 기체와 버티포트, 이를 뒷받침할 법체계가 완벽히 준비된다고 해서 즉시 자동차나 대중교통과 같은 도시 교통수단으로 활용될 수 있다는 것을 의미하지는 않는다. UAM이 실제 교통수단으로 자리 잡기 위해서는 여러 가지 운용 실효성 측면에서 해결해야 할 과제가 여전히 많이 남아 있다.

① 접근성 문제

한강 수상 택시의 사례는 접근성이 얼마나 중요한지를 보여준다. 한강 수상 택시는 교통 체증 없는 빠른 이동 수단으로 기대되었으나, 접근성이 낮아 실패했다. UAM 또한 퍼스트 & 라스트 마일(First & Last Mile)에 소요되는 시간이 길다면 전체 통행 시간 절감 효과는 크지 않을 수 있다. UAM이 도심 내 고층 구조물과 빌딩풍과 같

은 비행 장애 요소로 인해 도심지에 착륙할 수 없다면 접근성 문제로 인해 교통 수요 전환이 기대만큼 발생하지 않을 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 고도화된 비행 제어 및 충돌 방지 기술의 개발, 그리고 버티포트 공역 설계 기준의 완화 등이 필요하다.

② 토지 이용 및 도시 개발 측면

UAM의 성공적인 도입을 위해서는 타 교통수단과의 환승 체계 수립뿐만 아니라 버티포트의 적절한 입지 선정이 중요하다. 하지만 이미 교통 수요가 밀집된 도심은 기존 건축물과 도로 등의 인프라로 가득 차 있어 새로운 부지를 확보하는 것이 어렵다. FAA의 임시 지침 기준을 적용해보면 버티포트 이착륙장 안전구역에만 약 2025m²(약 613평)의 부지가 필요하다. 이는 단순 이착륙을 위한 공간이며, 다수의 이착륙장, 주기장, 충전시설, 여객터미널 등을 포함한 버티허브는 더 넓은 부지가 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기존 인프라를 재구성하거나 도심 외곽에 버티포트를 설치하는 방안을 고려해야 한다.

③ 교통수단으로서의 위계 설정

UAM을 교통수단으로 도입할 때, 각각의 기체 유형에 맞는 위계를 설정하고 운영 방안을 마련하는 것이 중요하다. 예를 들어, 멀티콥터 형태의 기체는 기술적 난이도가 낮아 기체 단가가 저렴하지만 순항 속도가 느리다. 반면, Vectored Thrust 형태의 기체는 수직이착륙 및 순항에 최적화되어 있으나, 기체 가격이 비싸다. 도심 내 UAM 노선의 특성과 운영 목적에 따라 적절한 기체 유형을 선택하고, 그에 맞는 인프라를 확충해야 한다. 이는 마을버스와 고속버스의 위계가 다르고, 버스 정거

장과 고속버스터미널의 규모와 운영 형태가 다른 것과 유사하다.

UAM 도입을 통한 도시 변화

UAM(Urban Air Mobility)의 도입은 도시의 생활 패턴, 주거 형태, 교통 체계 등 여러 측면에서 혁신적인 변화를 가져올 것으로 예상된다. UAM이 도입되면 사람들의 이동 가능 거리가 크게 늘어날 것이다. 현재의 교통 수단으로는 시간이 많이 소요되는 중거리 이동이 훨씬 더 빠르고 편리해질 것이다. 이는 기존 교통 수단을 대체하는 것을 넘어 새로운 교통행태와 생활 패턴의 변화를 가져올 수 있다. 서울에서 UAM을 타고 강원도로 이동해 골프를 치고 점심을 먹고 다시 서울로 돌아오는 당일치기 여행이 훨씬 수월해질 것이다. 이는 단순한 여가 활동의 변화뿐만 아니라, 비즈니스 여행, 가족 방문 등 다양한 생활 패턴에 영향을 미칠 것이다. 이러한 변화는 생활의 질을 높이고, 더 많은 시간을 여가와 생산적인 활동에 사용할 수 있게 할 것이다.

UAM의 빠르고 효율적인 이동 능력은 직주근접에 대한 요구를 줄일 수 있다. 현재 많은 사람들이 직장 근처에 거주지를 두고 있지만, UAM의 도입으로 인해 출퇴근 시간이 크게 단축되면 도심 외곽이나 교외 지역에 거주하면서 도심의 직장으로 출퇴근하는 것이 더 용이해질 것이다. 이는 도심 지역의 주택 수요를 완화시키고, 교외 지역의 개발을 촉진할 수 있다. UAM의 도입은 주거 형태와 도시 개발에도 큰 영향을 미칠 것이다. 도심 내 주거 수요가 줄어들고 교외 지역의 주거 수요가 증가함에 따라, 교외 지역의 주택 개발이 활발해질 것이다. 또한, UAM을 위한 버티포트와 같은 새로운 인프라가 도입되면서, 기존의 도시 공간 구조

가 재편될 것이다. 이미 미국의 로스앤젤레스는 UAM 인프라 구축을 위한 계획을 세우고 있으며, 도심과 교외 지역을 연결하는 새로운 교통 체계를 마련하고 있다.

UAM의 도입은 새로운 형태의 여가 및 비즈니스 활동을 가능하게 할 것이다. 사람들이 주말에 UAM을 이용해 먼 거리에 있는 리조트나 관광지를 방문하는 것이 일상화될 수 있다. 또한, 비즈니스 출장도 훨씬 더 빠르고 효율적으로 이루어질 수 있어, 기업의 생산성과 경쟁력을 높이는 데 기여할 것이다. 이러한 변화는 전반적인 생활의 질을 향상시키고, 새로운 경제적 기회를 창출할 것이다. UAM은 전기 추진 시스템을 사용함으로써 기존의 내연기관 교통 수단보다 훨씬 더 친환경적

이다. 이는 도시의 대기 질을 개선하고, 탄소 배출을 줄이는 데 기여할 것이다. 또한, 교통 체증이 줄어들어 전체적인 에너지 사용 효율이 높아질 것이다. 이러한 환경적 이점은 지속 가능한 도시 개발에 기여할 것이다.

UAM의 도입은 도시 생활의 여러 측면에서 혁신적인 변화를 가져올 것이다. 이동 거리와 생활 패턴의 변화, 직주근접에 대한 요구 감소, 주거 형태와 도시 개발의 변화, 새로운 형태의 여가 및 비즈니스 활동, 그리고 환경적 영향 등 다양한 측면에서 긍정적인 변화를 기대할 수 있다. 이러한 변화를 성공적으로 이끌어 내기 위해서는 철저한 준비와 계획이 필요하며, 이를 통해 우리는 더 나은 미래 도시를 구축할 수 있을 것이다. ●●

참고문헌

- Georgia Department of Transportation, Office of Aviation(2024), "Advanced Air Mobility Study: Executive Summary", Georgia Department of Transportation, Office of Aviation. April, pp.1-3.
- Ohio UAS Center, DriveOhio(2022), Advanced Air Mobility Planning Framework.
- LH 한국토지주택공사(2023), LH 3기 신도시 등 UAM 도입 연구용역 가이드라인.
- Booz, Allen, Hamilton(2018), Urban Air Mobility Market Study.
- American Planning Association(2023), Planning for Advanced Air Mobility.
- 김명희(2022), 미국의 UAM 준비 현황, LA 사례를 중심으로, 국회도서관.

로봇
활용
보행환경

지능형 로봇 기술의 발전에 따른 미래 교통환경의 변화



이승재
서울시립대학교
교통공학과 교수



최민제
서울시립대학교
교통공학과 연구교수

미래 도시를 책임질 지능형 로봇 기술, 머지않은 미래

최 근 개정된 지능형 로봇 개발·보급 촉진법(이하 지능형로봇법)의 시행은 로봇 기술의 도시 생활 통합을 가속화하는 획기적인 변화를 가져왔다. 이 법은 23년 11월 본격적으로 시행됨에 따라 실외 로봇의 자유로운 이동성을 보장하기 위해 보행로 통행, 도시공원 및 국가 정원 등의 통행을 허용하는 법적 근거를 마련하였다. 또한, 자율주행 로봇 이동 시 주변 상황 정보 수집 등을 위한 촬영이 가능하도록 개인정보 수집 및 이용이 허용됨에 따라 실외 자율주행 로봇을 활용한 배달·순찰·주차 로봇 등의 신사업이 허용되면서 자율주행 로봇의 시대를 열었다. 이러한 변화는 단순히 기술적 진보의 문제를 넘어서 우리의 일상생활과 도시 구조에 깊은 영향을 미치고 있다.

로봇공학의 발전은 도시 내 보행 환경과 교통 물류 시스템과 같은 교통 분야에서도 획기적인 변화를 가져왔다. 최근 고령화 사회로의 전환으로 교통약자가 증가하면서 노동 인구의 감소와 교통약자의 이동권 증진에 대한 문제가 중요한 이슈로 부각되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 로봇 기반의 이동 지원 시스템이 개발되고 있다. 예를 들어 자율주행 로봇이 사용자 맞춤형 보행 경로를 감지 및 조정할 수 있는 시스템을 통해 교통약자의 이동권을 증진하고 보행 안전을 보장할 수 있다. 특히 고령자의 이동 지원을 위한

간이탑승형 로봇 시스템, 시각 장애인을 위한 보행 경로 안내로봇 등의 서비스를 제공하여 사회적 약자 지원 확대를 통해 복지 사각지대를 해소하고자 노력하고 있다.

또한, 자율주행 배달 로봇은 도시 내 복잡한 교통 체계에서 효율적으로 화물을 운송할 수 있는 새로운 물류 솔루션을 제공하고 있다. 이 로봇들은 보행자와 실시간 상호작용을 통해 보행자의 동선과 조화를 이루며 운행되어 효율적이면서도 안전한 물류 서비스를 제공해 도시 내 배송, 화물, 산업 현장 등에서 유용하게 사용되고 있다.

이러한 기술적 진보는 미래 교통의 발전을 넘어 주택, 도시 및 주거 분야 전반에 걸쳐 파급 효과를 일으킬 수 있다. 로봇 기술이 주택 건설, 도시·교통 계획, 그리고 일상생활의 편리성을 어떻게 변

화시키고 있는지 이해하는 것은 이제 우리 모두에게 필수적인 과제가 되었다. 로봇이 우리 도시를 어떻게 재구성하고 있는지, 그리고 이러한 변화가 우리의 미래 생활 방식에 어떤 영향을 미칠지 탐색하는 것은 중요한 논의가 될 것이다.

주요국의 주요 로봇 정책 동향

현재 글로벌 사회에서 로봇 기술은 국가전략의 핵심 과제 중 하나이다. 팬데믹, 러시아-우크라이나 전쟁, 국제 유가 상승 등 국제 사회의 주요 사건들은 원자재 가격 상승과 공급망 위기 같은 위험 요소로 이어지며, 많은 국가들이 경기 침체의 위험에 직면하고 있다. 이러한 상황에서 로봇 기술은 단순한 자동화 도구를 넘어 첨단 기술이 융합된 복합

국가	주요 로봇 정책
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 21년 국가로봇계획 3.0 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 인간 효율 중심의 로봇 융합 연구 확대 <ul style="list-style-type: none"> * '22~'26년까지 290억불 투자 • 바이든 정부는 미국 과학재단 FRR(Foundation Research in Robotic) 프로그램을 통해 로봇 시스템 전반의 R&D지원 <ul style="list-style-type: none"> - '23년 13억 달러 지원 • 「반도체과학법」의 10대 핵심 기술 분야에 로봇 포함 <ul style="list-style-type: none"> - '23년 5억 달러 지원
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 「로봇신전략」(‘15)을 수립하고, 로봇 비즈니스 규제개혁, 로봇 R&D 및 보급, SI 기업 육성, 인력 양성 등 <ul style="list-style-type: none"> - ~'20년 1,000억엔 투자 • 「로봇기반 사회변혁추진계획」(‘19) <ul style="list-style-type: none"> - 파괴적 혁신을 달성한 문샷형 연구개발방식으로 AI와 로봇 지원 <ul style="list-style-type: none"> * '50년까지 인간과 상생하는 시로봇 실현을 목표
독일	<ul style="list-style-type: none"> • 「하이테크 전략 2025」(‘18) <ul style="list-style-type: none"> - 인간-로봇 협업, 인간 지원을 위한 외골격 로봇 등의 개발 촉진 - 서비스 로봇, 물류 등 로봇 대중화 프로젝트 추진
영국	<ul style="list-style-type: none"> • 「영국 로보틱스 전략(RAS 2020)」추진 <ul style="list-style-type: none"> - '25년까지 세계 로봇 시장의 10% 점유 목표 <ul style="list-style-type: none"> * 'UK디지털 전략'(22)과 연계, AI와 로봇 융합 추진
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 「(14차) 로봇산업 발전 규칙」(‘21) <ul style="list-style-type: none"> - '25년까지 중국 로봇산업 매출액 연평균 20% 증대 - 산업 혁신역량 제고, 산업발전 기반강화, 첨단제품 공급 확대 등 5대 전략과제 추진 <ul style="list-style-type: none"> * 스마트 제조 발전 규칙과 연계 추진

표-1 해외 주요국의 로봇 정책 동향 자료 : 로봇 新 비즈니스 창출을 위한 첨단 로봇 규제혁신 방안, 2023.03, pp.2 제4차 지능형로봇 기본 계획(2024~2028), 2024.01, pp.2

적인 솔루션으로, 하드웨어와 소프트웨어 기술을 활용하여 생산성을 확대하고 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 중요한 역량으로 자리 잡고 있다.

이에 따라, 글로벌 차원에서 각국은 로봇 기술의 연구와 개발을 촉진하고 새로운 사업 기회를 창출하기 위해 규제를 완화하는 정책을 시행하고 있다. 이러한 정책은 국가 기술 주권을 강화하고 글로벌 경쟁력을 확보하는 데 중요한 역할을 한다.

미국은 21년 「국가로봇계획」 3.0을 발표하면서 인간 효용 중심의 로봇 융합 연구를 확대하고 있으며 '22~'26년까지 290억불의 투자를 계획하고 있다. 일본은 고령사회로 인한 노동 인력 문제의 심각성을 지능형 로봇으로 해결하고자 15년 「로봇신전략」을 도입해 운영하고 있으며 19년 「로봇 기반 사회변혁추진계획」을 도입해 파괴적 혁신을 달성한 문샷형 연구개발방식⁰¹으로 AI와 로봇을 지원하고 있다. 독일은 18년 「하이테크 전략 2025」

를 발표하면서 인간-로봇 협력, 자율 생산 로봇과 같은 연구개발에 중점을 두었으며, 서비스 로봇, 물류 등 로봇 대중화를 위해 공공 및 민간 부분 간의 파트너십을 촉진하고 연간 약 7,000만 유로를 투자하여 26년까지 지원할 계획이다. 영국은 「영국 로보틱스 전략(RAS 2020)」을 추진하여 25년까지 세계로봇 시장의 10% 점유를 목표로 하고 있으며 중국은 「(14차) 로봇산업 발전 계획」 추진으로 자국 여건에 맞는 로봇 기술 시스템 구축을 가속화하고 있다.

국내 로봇 정책 동향

국내에서도 로봇 기술 활성화를 위한 여러 정책이 활발하게 제시되고 있다. 08년 「로봇산업 발전 기본법」 제정을 필두로 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」 등을 통해 로봇산업의 체계적인 지원

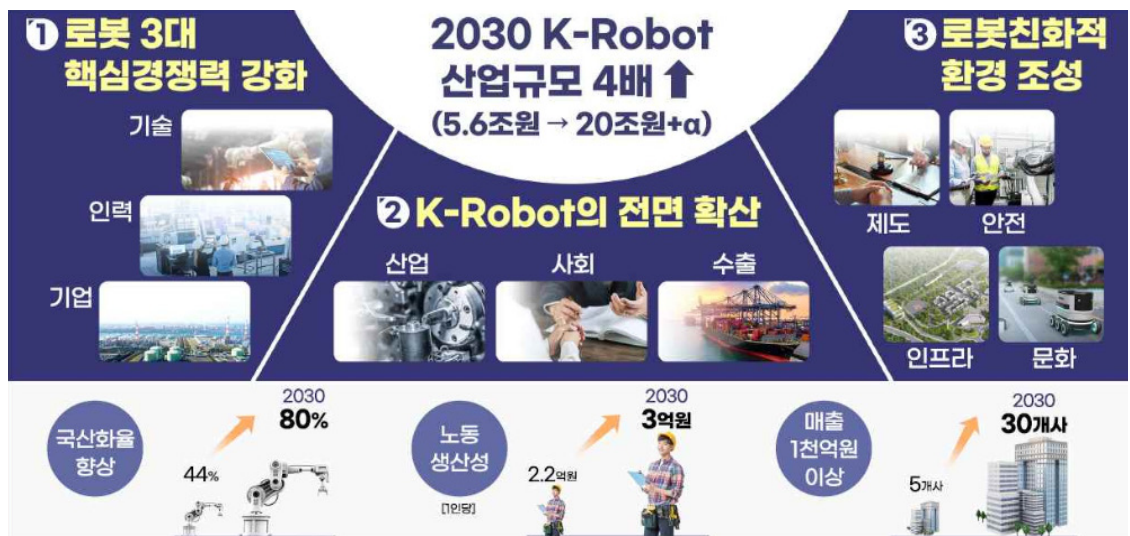


그림-1 제4차 지능형로봇 기본계획 추진 방향 자료 : 제4차 지능형로봇 기본 계획(2024~2028), 2024.01, pp.8

01 1969년 아폴로 11호가 인간을 달에 착륙시킨 미국의 아폴로 프로젝트를 연상시키는 것에 유래하였으며 기존의 사고방식이나 기술적 한계를 뛰어넘어 혁신적이고 파괴적인 변화를 일으킬 수 있는 연구개발을 목표로 하는 방식



그림-2 광명시흥 공공택지지구의 미래 모빌리티 특화도시 청사진 자료 : 현대차그룹

과 발전을 위한 법적 토대를 마련했다. 산업통상자원부(이하 산업부)는 23년 12월 「첨단로봇 산업전략 1.0」을 발표하면서 규제 개선, 시장 창출, 민간 협의체 강화, 신 비즈니스 창출 등을 통해 향후 5년간 2조원 이상의 투자를 바탕으로 세계 3대 로봇 강국으로의 도약을 목표로 하였다.² 또한, 산업부는 24년 「제4차 지능형로봇 기본계획」을 발표하면서 로봇 3대 핵심 경쟁력(기술, 인력, 기업) 강화, K-Robot의 전면 확산, 로봇 친화적 환경 조성을 목표로 글로벌 로봇 시장을 선도하는 K-로봇 경제 실현을 비전으로 설정하였다. 정부는 이러한 기본계획을 뒷받침하기 위해 지능형 로봇 실행계획을 매년 발표하여 로봇산업 활성화를 위한 구체적인 정책들을 지속적으로 실행하고 있다. 한편, 「중소기업 전략기술로드맵 2024~2026」에서는 지능형 로봇 기술의 발전을 통해 중소기업의

경쟁력을 강화하고, 로봇산업의 확산을 도모하는 것을 목표로 국내외 정책 동향과 기술 개발 동향 등을 반영하여 지능형 물류 및 배송 로봇, 행동 보조용 웨어러블 로봇, 돌봄 로봇, 푸드테크 로봇 등 총 4개의 전략 품목을 선정하였다. 또한, 현대자동차그룹은 3기 신도시인 광명시흥지구를 대상으로 자율주행 보행 로봇, 로보택시, 로봇 주차시설 등 지능형 자율주행 로봇을 도입하여 모빌리티 인프라 계획을 실증하고 있다. 이를 통해 미래 교통수단에 대한 수요 분석을 수행하고, 무인 로보택시 및 미래 모빌리티의 인프라 조성을 위한 데이터를 수집하여 도심항공교통(UAM), 자율주행, 로보틱스 등의 기술을 연계한 모빌리티 생태계 조성 및 지능형 로봇이 도입된 미래형 환승센터 계획을 완성하는 것을 목표로 하고 있다.

02 이데일리, 산업부 “상반기 중 첨단로봇 산업전략 1.0 발표”

로봇 기술 동향 및 현황

로봇 기술은 첨단 기술인 인공지능, 로봇공학, 센서 기술 등의 첨단 기술을 결합하여 로봇을 제어하고 운영하는 기술을 일컫는다. 최근에는 구글, 아마존, 테슬라 등 소프트웨어 기업의 참여로 로봇 시장의 중심축이 하드웨어 기업에서 소프트웨어 기업으로 전환되었다. 이러한 변화와 함께 지능형 로봇이 발달하였고, 사람의 동작 의도를 파악하여 최적의 생활 서비스를 제공하는 기술이 주목받고 있다. Illinois 대학과 MIT는 사람의 행위 의도나 생활 방식을 예측하여 사람의 선호도를 고려한 협업 알고리즘을 제시하는 등 로봇과 사람의 협동에 관한 연구를 진행하고 있다. 또한, IoT, 클라우드 등의 기술을 기반으로 한 첨단 ICT 기술과 로봇 자율주행 및 사물인터넷 센싱 등 자동화 제어 기술이 본격 적용되기 시작했다. 이러한 발전은 로봇이 스스로 최적 보행 경로를 산출하고 장애물을 회피하는 등의 기술적 혁신을 가져왔으며, 일상생활의 적용을 위한 로봇 기술은 더욱 확장되고 발전할 것으로 예측된다.

국내에서는 서비스 로봇의 지능화가 요구되면서 인식, 조작, 이동 등을 포함한 인공지능을 활용

하는 로봇 기술이 빠르게 발전하고 있다. 이러한 지능화 기술은 산업용 협동 로봇부터 보행 로봇, 노인 돌봄 로봇, 의료 로봇 등 다양한 서비스 로봇 분야에 활용되고 있다. 또한, 비정상 상황을 감지하는 기술과 환경 인지 기술의 발전을 통해 보행 로봇의 응용 영역이 크게 확대되었다. 팬데믹에 대응하여 언택트 기술의 중요성이 부각되면서 기존 로봇과 차별화된 상황판단 기능과 자율 동작 기능이 확장되고 있으며, 사람과의 협력을 통한 차세대 로봇이 고도화되고 있다. 초기 제조업에서 단순 반복 작업을 수행했던 로봇의 역할이 현재는 이동성과 결정 능력을 갖춘 자율주행 로봇으로 발전된 것이다.

이러한 자율주행 로봇은 일상생활에서도 보행·물류·순찰·주차 로봇 등 용도와 활용 목적에 따라 맞춤형 서비스를 제공한다. 보행 로봇은 보행자의 위치를 인식하여 최적의 동선으로 이동하는 것을 핵심 기술로 하여, SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 알고리즘을 통해 실내 환경을 지도로 생성해 최적 경로를 주행한다. 자율주행 로봇이 지능을 갖기 위해서는 정확한 시각 정보가 필수적이다. 따라서 보행로를 주행하는 자율주행 로봇은 적외선 카메라, 360도 고정

보행 로봇	물류 로봇	신호등 보조 로봇
		
자료 : Boston Dynamics	자료 : Amazon	자료 : Skoda

표-2 글로벌 로봇 시장 기술 동향

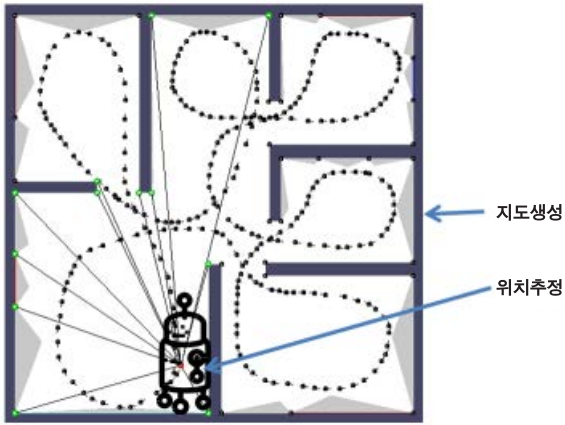


그림-3 자율주행 로봇을 위한 SLAM 기반 지도 생성 및 위치 추정 자료 : 김성호(2012), 지능형 이동로봇을 위한 로봇비전 기술 동향, 로봇과 인간, 9(1), pp. 26-35.

능 카메라와 함께 LiDAR와 SLAM 기술을 이용한 3D Map을 생성하고 오차 1~2cm 내에서 자율주행 로봇의 위치를 측정한다. 로봇이 이전에 방문했던 위치로 다시 돌아오게 될 때, 해당 시점까지 누적된 오류를 재조정하여 복잡한 환경에서도 안전하고 유연하게 대응할 수 있도록 정확도를 높일 수 있다.

실제로 건설 현장에 시범 적용 중인 무인 보행 로봇은 현장을 자율적으로 순찰하며 사진, 3D 스캐닝 데이터, 환경 데이터를 수집해 위험 요인을 파악하고, 원격제어 관리 시스템을 바탕으로 이상 현상에 즉각 대응한다. 특히 4족 보행 로봇은 현장에서 사람이 가기 힘든 좁은 공간이나 사각지대까지 이동할 수 있어 효율성과 안전성을 인정받고 있다. 이러한 자율주행 기술은 보행자 보조 로봇에도 적용되어 보행에 어려움을 겪는 사람들의 이동성 보조 및 안전성과 편의성을 증진하는 데 가치가 있다. 이를 위해 컴퓨터 비전 기술과 센서를 활용하여 보행자를 식별하고 추적하며 주변 보행자 및 장애물을 감지해 안전거리를 유지하는 기술

이 필요하다. 지능형 보행 로봇의 사회적 수용성 향상을 위해서는 식별 기술을 기반으로 실시간 환경을 분석하고 회피 경로를 계획하는 알고리즘이 최적화되어야 한다. 또한, 사용자와의 상호작용을 위해 음성 인식, 제스처 인식, 화면 터치 등 다양한 인터페이스를 지원해야 하며 사용자의 의도를 파악하여 보행자의 이동을 지원하는 기술이 개발될 것이다.

도시 교통 분야 활용 사례

도시 인구의 증가와 도시화가 계속되면서 교통 체증, 환경 오염, 안전 등 다양한 도시 문제가 발생하고 있다. 지능형 로봇은 이러한 도시 내에서의 이동성 증진에 중요한 역할을 한다. 보행 로봇은 보행자의 안전을 증진하고 교통 흐름을 원활하게 하여 교통 체증을 완화할 수 있다. 인천국제공항청사에는 교통약자의 이동 편의를 지원하기 위해 자율주행 카트роб트 ‘에어포터(Air Porter)’를 도입했다. 에어포터는 이용자의 짐을 싣고 추종주행 혹은 자율주행 모드로 설정한 목적지로 이동하

며 보행 편의성을 고려한 스마트 공항 패러다임을 선도하고 있다. 관악구 자율주행 순찰로봇 ‘골리’는 주요 보행로를 주행하며 범죄 예방 활동을 지원하고, 관제 모니터링과 함께 위급 상황을 실시간으로 감지할 수 있다. 이와 같은 보행 기반 로봇이 도시 생활에 보급되고 발전한다면, 개인의 이동 패턴과 선호도를 학습하여 개인화된 맞춤형 안내 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 스마트시티와의 연동과 언어 모델을 포함한 지능형 기술의 적용으로 자연어를 통해 사용자와 자연스럽게 상호 작용하며 최적화된 보행 경험을 제공할 것으로 기대된다.

주택 주거 분야 활용 사례

주거 환경에서는 주차 공간의 부족 문제와 함께 인구 고령화로 인한 가사 및 일상생활의 부담이 증가하고 있다. 주거 지역의 주차 공간 부족은 도로 혼잡 및 주변 환경 오염 등의 문제로 이어질 수 있다. 현대위아에서 공개한 무인 주차로봇은 LiDAR 센서를 통해 운전자 없이 주차장 내에서 차량을 이동하고 주차하는 기능을 수행하여 주차 공간을 최대한 활용하고, 보행로를 포함한 주변 환경을 개선한다. 고령화로 인해 이동에 어려움을

겪는 사람들도 보행 보조 로봇을 활용하여 가사 작업을 수행하거나 안전한 이동을 지원받을 수 있으며, 이러한 로봇은 응급 대응 시스템과 함께 고령자의 독립생활을 지원하고 편의를 증진한다. 특히 주거 분야의 로봇은 다양한 사물과의 통신 기술이 요구되기 때문에 로봇 간 통신뿐 아니라 AI 및 IoT 기술 융합과 클라우드 서비스의 발전을 바탕으로 다양한 로봇이 개발되고 있다.

향후 직면한 과제

과거 공상과학 영화에서만 등장하던 로봇들이 현재는 일상생활 속 플랫폼 서비스의 형태로 통용되어 있으며, 특히 교통 분야에서는 자율주행 차량과 지능형 로봇 기술을 접목한 스마트시티 교통 계획 수립이 필수적인 과제로 자리 잡고 있다. 또한, 15분 도시와 같은 보행권을 중심으로 한 도시 설계가 중요한 이슈로 부상함에 따라, 스마트 시티에서는 교통약자를 위해 실시간으로 보행 패턴을 감지하고 보조하는 스마트 보행 보조 로봇과 도로에서 차량 및 보행자를 인식하여 횡단보도 근처의 교통 상황을 분석하는 스마트 크로스워크 로봇 서비스, 실시간 보행로 파손 탐지를 통한 보행

도시 교통 분야		주택 주거 분야	
카트로봇 Air Porter	안심순찰로봇 골리	무인 주차로봇	보행 보조/돌봄 로봇
			
자료 : 인천공항공사	자료 : ZDNET Korea	자료 : 현대위아	자료 : ALMI

표-3 분야별 지능형 로봇 사례

환경 평가 로봇 등을 통해 보행자의 안전 및 편의성을 증진시킬 수 있는 로봇 시스템의 설계가 요구된다. 이와 같은 기술적 발전은 단순히 효율성 증대에 그치지 않고, 도시의 안전성 및 지속가능성을 보장하는 근본적인 수단으로 기능하고 있다.

자율주행 로봇 기술의 적용은 교통 계획과 보행자 안전에 새로운 패러다임을 제시하며, 미래 도시의 구조적 재편을 예고하는 중요한 변화의 전조로 기대된다. ●●



리포트 Report

현장탐방

전문가 인터뷰

정보코너





현장탐방

모빌리티 혁신에 따른 3기 신도시 미래 교통서비스 전망
모빌리티 기술이 바꾸는 건축공간의 변화 사례
공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응전략

전문가 인터뷰

국토교통부 모빌리티자동차국 모빌리티총괄
방현하 과장

정보코너

트렌드키워드
Insight 추천도서



이연화

LH 선교통환경처
선교통계획팀
차장

모빌리티 혁신에 따른 3기 신도시 미래 교통서비스 전망

- “신도시 입주를 앞둔 N씨는 지난 ‘23년 전국 최초로 지정되어 사업이 진행된 모빌리티 특화도시에서 살게 되었다. 도시 계획 단계부터 최우선 검토한 첨단 인프라의 도움으로 자율주행도 수월하고, 콜드체인 주문배송시설에서 신선상품도 바로 받아볼 수 있다고 한다.”

국토교통부가 그리고 있는 2028년 모빌리티 특화도시 미래상이다.

본 고에서는 자율주행차, UAM, DRT 등 스마트 모빌리티와 미래 첨단 교통기술이 3기 신도시에 어떻게 적용되고 있는지 지구외 교통결절점과 연계하는 광역교통 차원과 지구내 교통 차원으로 나누어서 소개하고자 한다.

수요응답형 버스(DRT)

2기 신도시 등에서는 광역교통대책 사업 지연에 따른 신도시 입주민의 불편을 해소하기 위하여 DRT(수요응답형 버스, Demand Responsive Transport)를 도입하여 운영 중이다. DRT는 고정된 노선과 정해진 운행계획표 없이 승객의 호출에 대응해 탄력적으로 승객을 수송하는 교통서비스이다. 인천검단에서는 인천도시공사의 수요응답형 버스인 I-MOD가 운영중이며, 양주옥정, 파주운정·교하, 평택고덕 등에서는 경



그림-1 독버스(좌)와 독타 앱 화면(우) 출처 : 경기도

기도형 DRT인 독버스가 운영중으로 신도시 입주민들의 높은 호응을 이끌어 내고 있다. 향후 3기 신도시에서도 기존 철도역사 또는 BRT 정류장과 연계하는 DRT를 운행할 예정으로 입주초기 입주민의 교통편의를 제고할 것으로 기대된다.

UAM과 자율주행차

국토교통부의 「모빌리티 혁신 로드맵(‘22.9)」에 따르면 UAM도심항공교통(Urban Air Mobility)은 ‘25년 수도권 지역에서 최초 상용 서비스를 출시하고 ’30년 주요 권역별 서비스를 통해 전국으로 확산될 것으로 기대된다. 이에 따라 LH도 「3기 신도시 등 UAM 도입 연구용역」을 시행하는 등 3기 신도시 UAM 도입여건을 분석하고 적용방안을 마련하고 있으며, UAM의 수요 및 수송능력 등을 고려하여 신도시 내 버티포트(Vertiport)와 환승센터를 복합개발하여 미



그림-2 도심항공교통(UAM) 생태계의 스마트시티 구현 출처 : 3기 신도시 등 UAM 도입방안 연구

래 모빌리티 허브를 구축하는 방안을 검토 중이다. 3기 신도시 내에 UAM이 도입될 경우 정부 모빌리티 정책의 성공적 이행과 산업생태계의 활성화를 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

자율주행차는 UAM과 더불어 도시교통과 도시의 공간구조를 혁신적으로 변화시킬 미래 모빌리티의 핵심이라고 할 수 있다. 국토교통부의 「모빌리티 혁신 로드맵(’22.9)」에 따르면 ‘27년 완전자율주행(Lv4) 승용차가 출시되고 ’35년에는 자율차(신차) 보급률 50%이상을 달성할 것으로 예상되는데 다가오는 자율주행차의 시대에 LH는 어떻게 대비하고 있을까?

3기 신도시 중에는 광명시흥지구가 UAM과 자율주행차를 고려하여 마스터플랜을 수립 중이다. 광명시흥지구는 지난해 11월 국토교통부의 ‘23년 모빌리티 특화도시 조성사업 공모에서 ‘미래모빌리티도시형’ 사업에 선정된 바 있다. ‘모빌리티 특화도시’는 도시계획 단계부터 모빌리티 서비스 구현을 최우선으로 고려하고, 관련 수단과 인프라를 전면 적용하여 도시 전체를 미래 모빌리티 친화 도시로 조성하는 도시이다.

광명시흥지구는 3기 신도시 중 가장 넓은 면적과 가장 많은 인구를 계획하고 있고, 2031년 준공 예정으로 미래 모빌리티 상용화 시점과 일치하며 수도권 서남부지역의 교통결절지로 모빌리티 특화도시 조성에 따른 파급효과가 클 것으로 예상된다.

“ 광명시흥 공공주택지구의 조건과 미래 모빌리티 특성에 최적화된 서비스 공간 및 인프라 계획 수립 ”



그림-3 국토교통부 모빌리티 특화도시 조성사업 공모 선정(안)

광명시흥 지구는 모빌리티 특화계획을 통해 기존 차량과 자율주행 차량의 협력 주행이 가능한 자율주행 전용차로 등 자율주행 모빌리티 이동에 최적화된 도로 인프라를 구현하고, UAM, 퍼스널 모빌리티, 자율주행차 등 다양한 유형의 미래 모빌리티 수단을 효율적으로 연계하는 복합환승센터 등 공간 인프라 계획을 수립할 예정이다.

모빌리티 특화계획에 따라 광명시흥지구가 조성되면 출퇴근 혼잡 등 도시교통 문제를 첨단 모빌리티 도입으로 해결할 수 있으며, 모빌리티 혁신을 통해 수요자의 이동성이 최적화된 환경을 조성할 수 있을 것으로 기대된다.

전기·수소차 등 친환경차

정부는 「탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(2023)」에 따라 2030년까지 전체 등록차량 약 2,700만대 중 전기차 및 수소차 보급대수가 450만대(16.7%)에 도달하는 목표를 세웠으나, 중간수요 대비 충전인프라 부족으로 전기차와 수소차 판매량은 감소하고 하이브리드 차량의 판매량이 늘어나고 있는 실정이다. KDI 포커스(‘24.7)에 따르면 누적 충전기 수가 10% 증가할 때 전기차 신규등록대수는 12.4% 증가한다고 한다. LH가 조성하는 신도시 내에 충전 인프라를 충분히 갖춘다면 전기·수소차 등 친환경차 구매가 증가하고 정부의 탄소중립 목표 달성에도 기여할 수 있을 것이다.

신도시 전기차 충전시설 공급기준 및 복합충전시설 기본구상 연구에 따르면 최근 민간 중심으로 주유소 용지를 활용한 전기차 복합충전시설이 늘고 있어, 3기 신도시에도 시민의 이동 중 전기차 충전 편리성을 높이고 미래 전기차 충전수요에 대응하기 위하여 주유소 용지에 복합충전시설을 허용하는 방안을 구상하고 있다.

한편, 남양주왕숙2지구는 ‘23년 국토부의 수소도시 조성사업에 선정되어 지난해 마스터플랜을 수립했으며 올해부터 조성사업을 본격 추진하고 있다. 수소도시 조성사업은 수소 에너지를 공동주택, 건축물, 교통시설 등에 활용할 수 있도록 수소생산시설, 이송시설(파이프라인, 튜브 트레일러 등), 활용시설(연료전지 등) 등 도시 기반시설을 구축하는 사업이다. 이 사업을 통해 남양주왕숙 1·2지구 내 수소버스가 운행되며 수소차 충전소도 설치되어 수소차 운전자의 충전소 접근성이 향상되고 충전 대기시간을 단축할 것으로 기대된다.

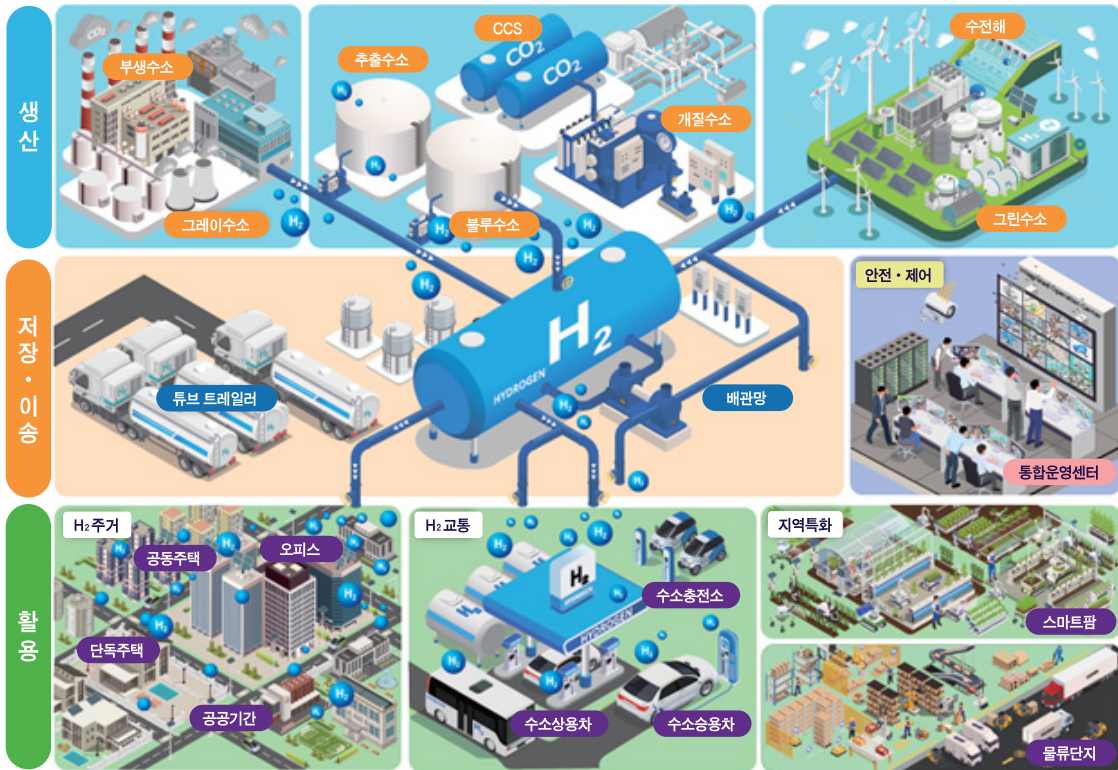


그림-4 수소 생태계 사업 모델

개인형 이동수단 (PM, Personal Mobility)

신도시 교통문제를 해결하기 위해 서울도심과 연계하는 광역교통체계도 중요하지만 지구 내 주요 광역교통 거점과 인근 생활권역을 유기적으로 연계하는 교통체계 구축 또한 중요하다. 생활권 내 First & Last mile 통행을 담당하는 유용한 수단인 개인형 이동수단(PM)의 이용이 증가하고 있으나 전용 인프라 부족으로 인한 사고 또한 증가하고 있다. 대부분의 3기 신도시는 공원·녹지 또는 하천을 활용한 자전거/PM전용도로를 계획하고 있어 자전거/PM 이용자가 안전하게 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

3기 신도시 지구내 스마트 교통 서비스

미래 모빌리티를 신도시에 도입하는 방안 외에 3기 신도시에 공통적으로 제공되는 스마트 교통 서비스에는 실시간 교통 제어, 긴급차량 우선신호, 스마트 클린 버스쉘터 및 돌발상황감지 시스템 등이 있다.

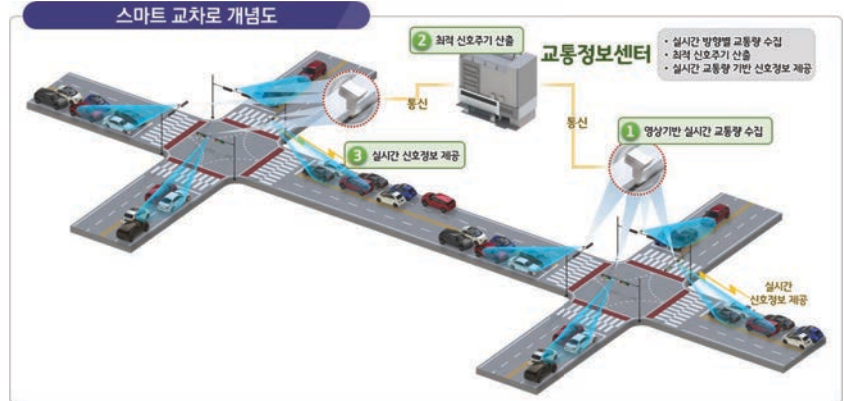


그림-5 실시간 교통제어 서비스 구성도 출처 : 고양창릉, 스마트도시건설사업(안)(24.07)

‘먼저 실시간 교통신호 제어’는 지능형 CCTV를 통해 교차로 내 교통 데이터 (보행자 움직임, 차종, 교통량 등)를 수집하여 최적 교통신호를 생성하는 서비스로 신도시 내 교통혼잡을 완화하여 사회적 비용을 감축하고 교통편의를 증대할 것으로 기대된다.

두 번째는 ‘긴급차량 우선신호 서비스(돌발상황 대응조치 서비스)’인데 소방차나 구급차와 같은 긴급차량이 교차로에서 정지하지 않고 우선 통과할 수 있도록 녹색신호를 우선 부여하는 서비스로 긴급차량이 신속하고 안전 교차로 통과 및 환자의 빠른 병원 이송으로 골든타임을 확보할 수 있다.

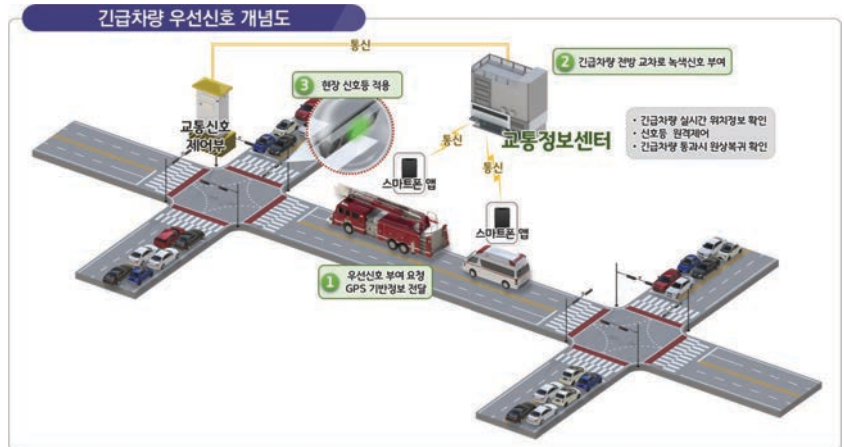


그림-6 긴급차량 우선신호 서비스 구성도



그림-7 스마트 클린 버스쉘터 출처 : 고양창릉, 스마트도시건설사업(안)(24.07)

스마트클린 버스쉘터는 버스 대기중 외부 오염물질 및 극한환경으로부터 시민을 보호하는 공간을 제공하는 서비스로 버스 대기 중 눈/비, 무더위, 추위 및 미세먼지 등 환경오염으로부터 격리된 공간을 제공하여 대중교통 만족도를 향상시킨다.



그림-8 돌발상황 감지 서비스 개념도 출처 : 고양창릉, 스마트도시건설사업(안)(24.07)

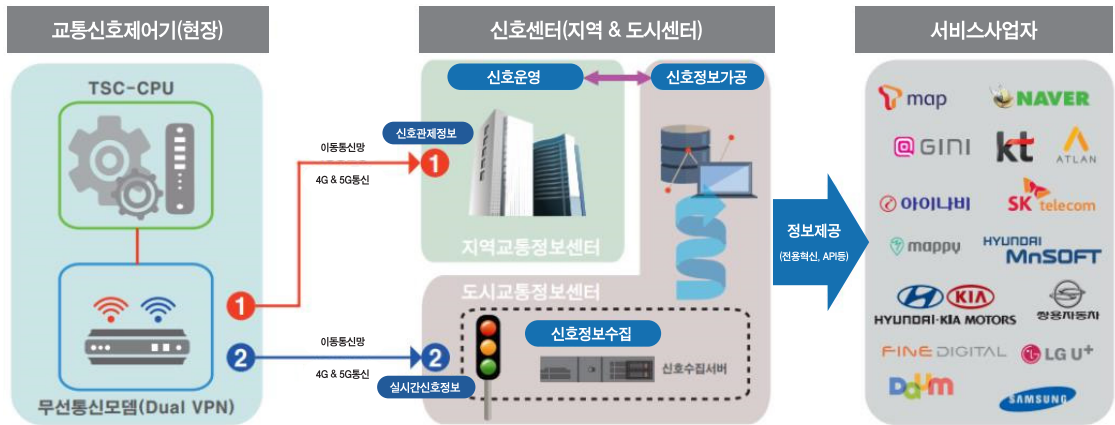


그림-9 실시간 교통 신호정보 제공시스템 구성도 출처 : 경찰청 보도자료

다음은 돌발상황감지 시스템으로 앞에서 소개한 긴급차량 우선신호 서비스와는 달리 사고, 공사 등 도로 상의 위험을 자동으로 감지하여 관리자 및 운전자에게 제공하는 서비스이다. 이서비스를 통해 돌발상황 발생시 정확하고 신속한 상황판단을 통해 대응력을 높일 수 있다는 점이다.

특히 고양창릉지구의 경우 다른 신도시와는 달리 실시간 교통 신호정보 제공 서비스를 도입할 예정이다. ‘실시간 교통 신호정보 제공 서비스’란 무선통신을 통해 현시정보 및 잔여시간 등의 실시간 교통 신호정보를 수집하고 이를 자율주행차, 실외 로봇, 내비게이션 등에 제공하는 서비스이다. 현재 서울시 일부 구



그림-10 내비게이션 서비스 제공화면 출처 : 경찰청 보도자료

간에서 티맵과 카카오내비를 통해 진행방향의 현재 신호와 다음 신호까지 잔여 시간을 확인할 수 있는 정보를 제공하고 있는데 3기 신도시 중 창릉지구에 최초로 도입될 예정으로 운전자의 교통 편의성과 교통안전 증진에 도움을 줄 것으로 기대된다.

끝맺으며

3기 신도시의 지구계획 또는 스마트도시 기본계획 담당자 입장에서는 혁신적인 스마트도시 서비스를 제공하고자 다양한 아이디어를 제시하더라도 기술발전을 따라잡지 못하는 현행 제도의 문제점 또는 해당 시설을 운영하는 지자체와 협의 과정에서 기존에 지자체에서 운영중인 시스템과의 연계 및 운영비 등 제약사항으로 인하여 실질적인 도입으로 연결되기는 어려운 경우가 다수 발생한다. 3기 신도시 입주민들이 미래 첨단기술을 생활 속에서 체감할 수 있도록 제도적인 뒷받침, 지자체와 협조 등이 절실히 필요해 보인다. ●●

참고문헌

- 한국토지주택공사(2021), 『3기 신도시 대중교통 활성화를 위한 스마트 모빌리티 도입·특화계획 수립 연구』
- 한국토지주택공사(2023), 『3기 신도시 등 UAM 도입방안 연구』
- '평택·남양주·당진·보령·광양·포항'을 수소도시로('23.1.9, 국토부 보도자료)
- 4개 도시, 첨단 모빌리티 특화도시로 조성('23.11.14, 국토부 보도자료)
- 광명시·시흥시, 『광명시흥 공공주택지구 모빌리티 특화도시 조성사업 착수보고』
- 3기 신도시 지구별 스마트도시건설사업(안)
- 토지주택연구원(2023), 『신도시 전기차 충전시설 공급기준 및 복합충전시설 기본 구상 연구』
- 김현석(2024) "친환경차 보급정책 개선 방향", 『KDI Focus』 Vol.135



남성우

건축도시공간연구원
스마트건축도시연구
센터장

모빌리티 기술이 바꾸는 건축공간의 변화 사례

- 시대적 혁신 기술이 만들어낸 최초 건축의 변화는 오티스(Otis)가 1853년 뉴욕 세계박람회에서 선보인 엘리베이터가 가능하게 한 고층화 일 것이다. 물론 강철의 발명도 고층화를 가능하게 한 이유 중 하나다. 이렇듯 엘리베이터로 고층 빌딩들이 확산되고 뉴욕, 시카고와 같은 현대 도시의 마천루(Skyscraper)가 형성되었다.

두 번째 변화는 20세기 초 자동차의 발명과 관련이 있다. 자동차와 도로의 출현으로 통근을 중심으로 한 도시의 범위가 크게 확장되었고, 이에 따라 도시계획 학문과 실무도 발전하였다. 1920년대에 르코르뷔제가 제안한 파리 재개발 계획인 'Plan Voisin'은 고층 건물과 자동차도로가 어우러진 혁신적인 도시개발 구상들의 대표작이다. 건축공간도 변하였다. 도시 외곽으로 형성된 단독주택들은 도로와 차고 등 자동차를 위한 공간들이 필수적으로 있어야 했고, 도심에서도 주차장이 건축물의 지하·지상으로 만들어지는 등 건축과 자동차를 위한 공간이 공존하기 시작하였다.(남성우 외, 2024)

세 번째 변화는 현재 우리가 살고 있는 4차산업혁명 시대의 혁신적인 모빌리티 제품들의 상용화로 인한 변화다. 그간 건축은 다양한 기술들을 접목하면서 발전해 왔다. ICT, IoT, 그리고 스마트, AI기술들을 접목하여 인텔리전트빌딩, 초고속정보통신건축, 홈네트워크건축, 유비쿼터스와 스마트빌딩과 같은 이름들로 건물 운영·관리 방법을 발전시켜 왔다.

도시공간에서도 4차 산업혁명 기술과 서비스의 접목으로 공간의 물리적 공간 변화에 대한 예측과 실험이 이루어지고 있다. 대표적인 예로 스마트도시 세종 국가시범도시에서는 생활권 내에 자율주행, 로봇택배 등 서비스를 구현하는 도시계획과 건축설계를 추진 중이다.

특히, 20세기 자동차의 출현과 같이 새롭고 빠르게 진화하고 있는 모빌리티 기술이 우리 일상에 들어오면서 이러한 기술을 수용하는 건축에서 예상되는 변화가 가장 두드러진다. 건축물을 인프라로써 필요로 하는 모빌리티 기술은 UAM·드론, 로봇, 자율주행차가 대표적이다. 도심항공교통(Urban Air Mobility, 이하 UAM)과 드론은 기체의 이착륙 공간이 건물 옥상부 등에 반드시 필요하고, 로봇은 건물 실내의 수평·수직 이동과 충전 등 지원 공간이 고려되어야 한다. 자율주행차는 자율주행기술에 적합한 주차 공간과 탑승자 승하차 공간 등이 건축물에서 계획적으로 반영되어야 한다. [표-1]과 같이 건축물에 적용되고 있는 혁신기술들과 이들을 접목하는 데 있어 필요한 건축공간 요소와 그 변화 수준을 제시하였다.

조금 먼 미래이긴 하지만, 2050년 미래 건축의 기능과 형태에 대해 영감을 준 사례가 있다. 세계적인 종합 엔지니어링 및 설계사인 ARUP이 2013년에 도시의 기후 변화, 자원 부족, 에너지 비용 상승, 미래의 자연 재해 또는 인재 가능성 등 문제에 대응하기 위한 수단으로써 ‘2050년의 고층 건축물’의 비전을 제시하였다. 미래 모빌리티를 위해서는 도시내 이동을 위한 Cable car가 건물과 연결

미래 혁신기술 분야		건축공간 요소	공간 변화 수준
모빌리티	UAM	이착륙 공간, 운송 서비스 제공을 위한 공간, 충전 인프라 등	적극적인 변화
	로봇	로봇 활동 공간 및 무장애 이동, 충전 및 보관 공간, 수직 이동, 통신 설비, 측위를 위한 공간 디자인 등	
	자율주행차	진출입 동선, 충전 인프라, 탑승자 drop off 공간, 주차 공간, 건물내부 진입, 수직이동 등	
	개인모빌리티 (Personal Mobility)	충전스테이션	소극적인 변화
에너지	신재생에너지 시설	옥상, 외벽, 지하부 설치 공간	
IT	인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드컴퓨팅, 가상현실 등	전기, 통신 관제실, 전용 통로	변화 없음
공간정보	디지털 트윈, BIM 등	가상의 공간, 건축 설계	변화 없음

표-1 혁신기술 분야별 요구되는 건축공간 요소와 그 변화 수준 출처 : 남성우 외, 2023

되고, 공유 모빌리티, 물류를 위한 공간이 제공된다. 건물 지하에는 자동차와 트램을 탑승할 수 있는 교통허브와 연결된다. [그림-1]은 ARUP이 제안한 2050년의 고층 건축물의 개념도이다.

이제 좀더 현실적으로 최근 건축설계 분야에서 나타나고 있는 모빌리티 기술·서비스를 접목한 이전에 없던 새롭고 혁신적인 사례들을 살펴보자. 가장 눈에 띄게는 UAM 서비스를 접목한 건축물을 설계한 사례들이 많아지고 있다.

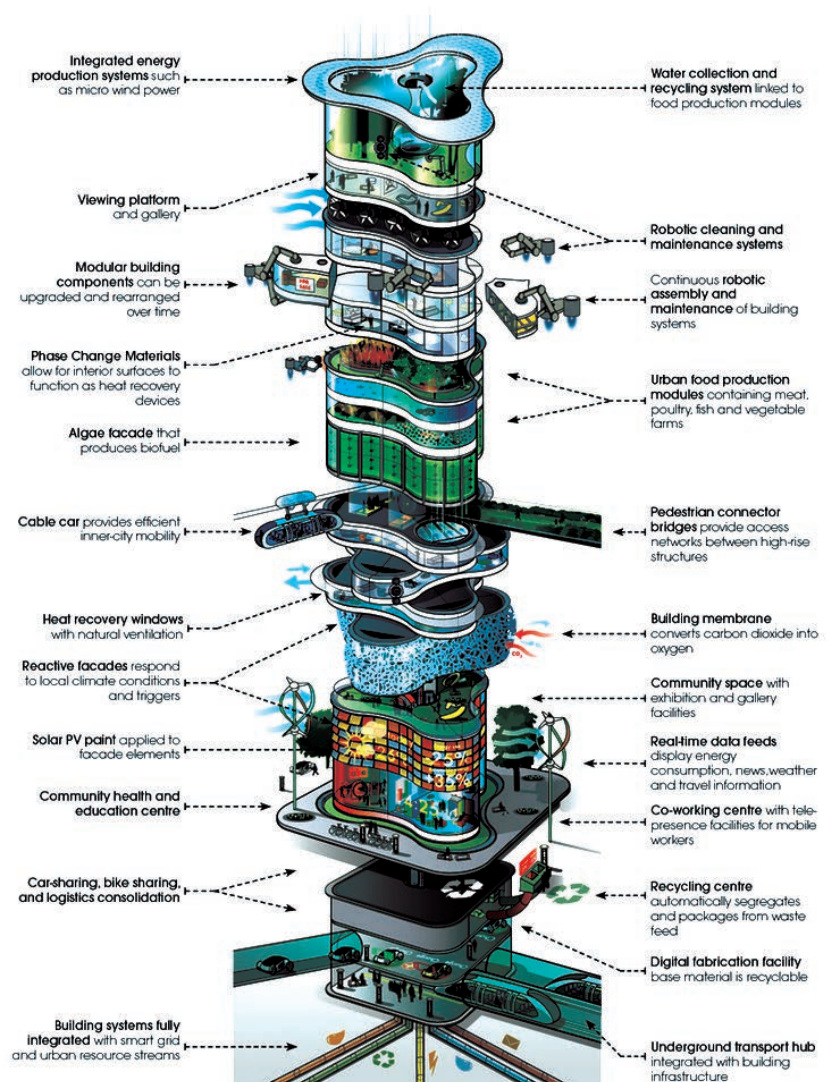


그림-1 ARUP이 제안한 2050년의 고층 건축물

출처 : Arup Envisions the Skyscrapers of 2050, archdaily(<https://www.archdaily.com/333450/arup-envisions-the-skyscrapers-of-2050>)

UAM 서비스를 위해서는 기체 이착륙시설인 버티포트와 탑승 수속 등에 필요한 부대시설들이 필요하다. 특히 도심과 같이 개발지가 부족한 지역에서는 건축물을 활용하여 이러한 시설들이 설치되어야 한다.

UAM 서비스는 전 세계적으로 국가 및 지방정부와 기체 제조사, 운항서비스 사업자 등 민간기업들이 새로운 교통수단으로서의 정책과 비즈니스 모델을 개발하고 있다. 우리나라도 '24년부터 수도권을 대상으로 실증을 추진할 예정이어서 가까운 시일 내에 UAM 서비스를 접목한 건축물의 실현과 확산이 예상되고 있다.

해외 기업들은 공유모빌리티 플랫폼사인 Uber와 기체 제조사인 Joby사, Lilium사, Volocopter사, 버티포트¹ 운영사업자인 Skyports사 등이 대표적인데, 이들은 건축설계사와 손을 잡고 건축물 옥상부를 활용한 버티포트 설계안을 내놓고 있으며, 도심에서 UAM 서비스 운용을 추진 중이다. 버티포트는 단순히 전기 수직 이착륙 항공기(eVTOL)이 착륙하는 장소 그 이상으로서 기체 배터리 교체 및 관리 시스템을 통해 항공기를 유지 관리하고, 교통환승시설 등에 버티포트를 배치하면 이동성 격차를 해소하는 것이 가능하다. [그림-2]는 Volocopter사에서 제시하고 있는 건물 옥상형 버티포트의 구상도이다.

국내에서도 건설사를 중심으로 UAM 버티포트 컨셉 디자인들이 제시되었다.



그림-2 Volocopter사가 제안한 건물 옥상형 버티포트 출처 : Volocopter사 홈페이지(<https://www.volocopter.com/en/blog/uamglossary-vertiport>)

01 '수직(vertical)'과 '공항(airport)'의 합성어로 수직이착륙 항공기의 이착륙, 충전, 정비 및 승객 탑승이 이루어지는 터미널

2022년 현대건설은 ‘현대자동차그룹(HMG) 한국형 버티포트 콘셉트 디자인’이라는 이름으로 ① 공항연계형, ② 빌딩상부형, ③ 복합환승센터형, ④ 개활지 모듈러형 등 4가지 버티포트의 유형을 공개하였다.

GS건설은 ‘2024 드론쇼 코리아’에서 리모델링형, 신축형, 1-레이어 모듈러형, 2-레이어 모듈러형 등 4가지 유형에 대한 버티포트 개념 설계안을 제시하였다. 리모델링형 버티포트는 도심내 시설 및 부지에 기존 기능을 유지한 채, 리모델링을 통해 버티포트 기능을 추가해 구축하는 방식이다. 신축형 버티포트는 단일 용도 및 복합 용도 개발사업의 건축물 상부에 버티포트를 함께 구축하는 방식이다. 모듈러형 버티포트는 표준화된 기본형 모듈을 기반으로, 공간 기능별 구조체 및 설비 모듈화를 통해 신속하게 버티포트를 구축할 수 있으며, 입지환경 및 수요 변화에 대응해 규모를 확장할 수 있다는 특징이 있다.

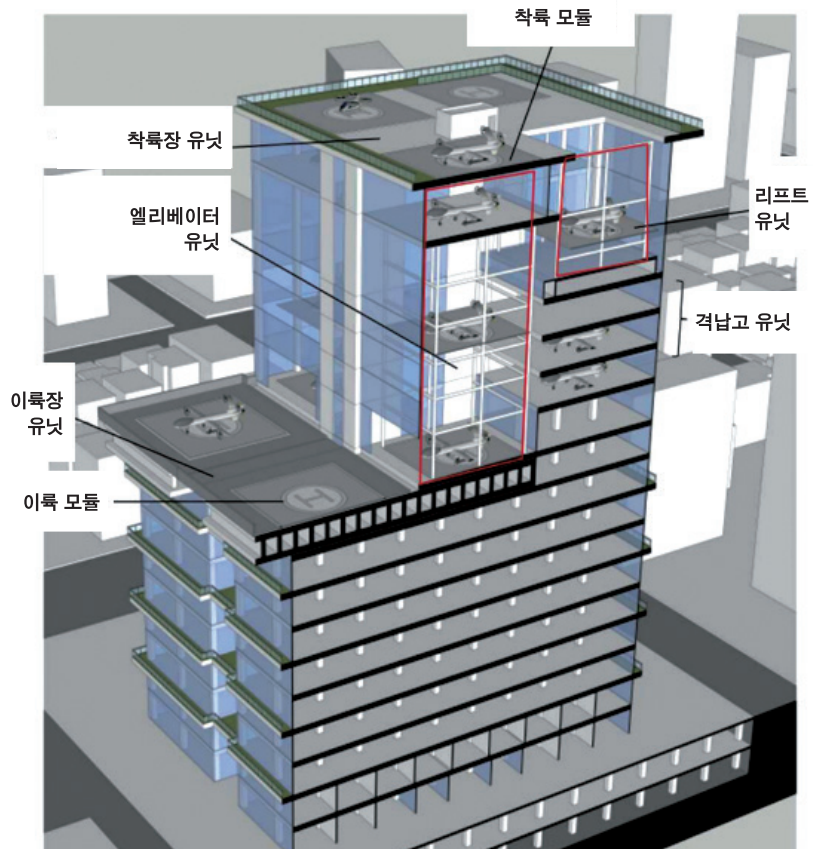


그림-3 도심형 드론이착륙 및 주차 시스템 설계 개념

출처 : 특허청 등록특허공보, 도심형 드론이착륙 및 주차 시스템(등록특허 10-2608641)

UAM이 접목된 건축공간의 변화 사례는 특히 부문에서도 찾아볼 수 있다. 「도심형 드론이착륙 및 주차 시스템」으로 등록된 특허(등록번호 10-2608641)에서는 [그림-3]과 같이 건물 상층부에 드론의 이착륙 시설과 주차공간을 조성하고, 이착륙 시 안전을 위해 이륙공간과 착륙공간이 분리 구성되며, 이륙공간과 착륙공간 사이에 주차공간이 형성되는 건축물 설계 내용이 포함되어 있다.

로봇 기술은 어떠한가. 이미 식당, 호텔, 병원, 관공서 등 우리 일상 속에서 다양한 서비스로봇들을 만나고 이용할 수 있다. 다만, 일반적인 서비스로봇의 구조적 한계로 계단으로의 이동이 어렵고, 통신음영구역이 발생하는 등 공간적 제약조건이 많아 제한적인 공간에서의 서비스만 이루어지고 있는 실정이다.

‘로봇친화형 건축물 민간 인증’을 취득한 네이버 1784 사옥에서는 로봇과의 통신네트워크 및 관제를 위한 IT 기술과 로봇 이동에 장애를 최소화하는 특화 설계를 통해 공간 이동 문제를 상당부분 해결하였다. 네이버 사옥에서는 로봇과의 통신과 서비스에 필요한 데이터 교류와 3차원 공간지도 제공을 위한 클라우드인 “Arc”를 구축하여 건물 내외부에서 최적의 로봇서비스를 가능하게 하였다. 또한 로봇의 원활한 수직이동을 위해 전용 엘리베이터를 설치하였고, 게이트, 자동출입문, 통로, 충전 및 대기 공간 등 로봇이동과 운영관리를 지원하는

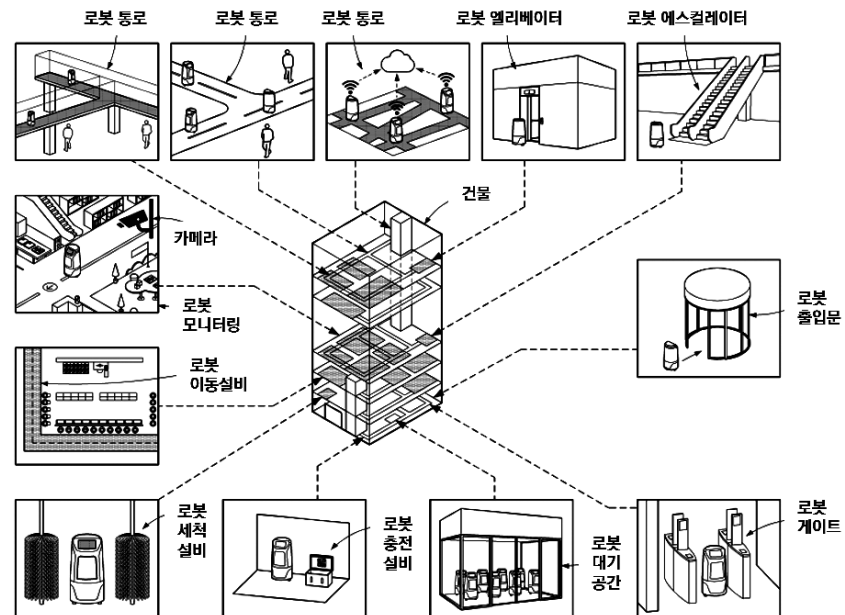


그림-4 로봇 친화형 건물, 로봇 운영 모니터링 방법 및 시스템

출처 : 특허청 등록특허공보, 로봇 친화형 건물, 로봇 운영 모니터링 방법 및 시스템(공개특허 10-2023-0144380)

특화된 시설과 공간들이 적용되었다. [그림-4]는 네이버랩스에서 특허로 등록한 「로봇 친화형 건물, 로봇 운영 모니터링 방법 및 시스템」에 대한 개념도이다.

자율주행차의 경우 대표적인 제조회사인 도요타는 ‘우븐시티(Wooven City)’²⁾를 건설하고 있고, 현대자동차는 ‘HMG 그린필드 스마트시티 참조모델’이라는 스마트시티 프로젝트를 공개한 바 있다. 이들은 모빌리티와 인간의 공존을 컨셉으로 하여 PBV(Purpose Built Vehicle)와 건축공간을 연결하는 모습들을 제시하고 있다. 또한, 자율주행 로봇이나 Level 5 수준의 완전 자율주행차가 보급될 경우 지금의 건물 지상, 지하주차장은 보다 많은 주차가 가능해지고, 무인으로 운영됨으로써 공간이 더욱 효율적으로 사용될 수 있을 것이다. 이에 더 나아가, 차량이 집합건물의 내부로 수직이동하여 내 집안으로 주차하는 아이디어들도 특허로 이미 등록되어 있어 그 실현가능성을 기대해 볼 수 있다. (집합건물 개별 세대 수직 주차용 차량 엘리베이터 장치, 등록번호 10-2668556)

‘무어의 법칙(Moore’s law)’³⁾을 따라 모빌리티 기술도 급격히 발전하고 있으며, 이에 따라 건축공간의 변화도 빠르고 클 것으로 예측된다. 반면, 건축물은 최초 기획부터 준공 후 사용에 이르기까지 일련의 과정과 기간이 소요되기 때문에, 미래의 쓰임새와 사용자들을 고려한 계획·설계가 중요하다. 그러므로, 새로운 모빌리티 기술 도래에 따른 건축 설비, 구조, 재료 등 변화 수요를 지속적으로 모니터링할 필요가 있다. 또한, 모빌리티와 융합된 미래 혁신 건축물을 보급·확산하기 위한 정책과 제도적 지원방안이 신속히 마련되어야 할 것이다. ●●

참고문헌

- 남성우, 조상규, 김영현, 권오규, 김신성, 오민정(2023), 「공간기반 혁신기술 융복합 건축물 계획 기준 연구」, 건축공간연구원
- 남성우, 오민정(2024) “모빌리티 기술이 바꾸는 일상과 건축공간의 변화에 대한 전문가들의 인식”, 『auri brief』, No. 277
- archdaily, Arup Envisions the Skyscrapers of 2050 <https://www.archdaily.com/333450/arup-envisions-the-skyscrapers-of-2050>
- Volocopter사 홈페이지(<https://www.volocopter.com/en/blog/uamglossary-vertiport>)
- GS건설홈페이지(<https://www.gsenc.com/Pr/StoryView.aspx?BbsInfolId=1439&BbsId=STORY&BbsCatId=0&BbsInfoNoticeYn=&SearchItem=&SearchWord=&GotoPage=1>)
- 특허청 등록특허공보, 도심형 드론이착륙 및 주차 시스템(등록번호 10-2608641)
- 특허청 등록특허공보, 로봇 친화형 건물, 로봇 운영 모니터링 방법 및 시스템(등록번호 10-2023-0144380)
- 특허청 등록특허공보, 집합건물 개별 세대 수직 주차용 차량 엘리베이터 장치(등록번호 10-2668556)

02 직물처럼 촘촘하게 짠 도시라는 뜻을 담고 있음.

03 반도체 집적 회로의 성능이 24개월마다 2배로 증가한다는 법칙



유선화

LH 공공주택시설처
소방사업팀
차장

공동주택 전기차 화재 대응

공동주택 지하주차장 전기차 화재 대응전략

- 탄소중립실현 및 국내 미래성장 산업육성을 위한 정부주도의 친환경 자동차 보급확산 정책이 시행 중임에 따라 전기차 증가와 함께 화재 발생 건수도 증가하고 있는 추세이고, 전기차 화재의 위험성에 대한 언론보도는 소비자들로 하여금 막연한 불안감을 조성하고 있다. 이에 따라 전기차 배터리 안정성은 국토교통부, 충전시설은 산업통상자원부, 전기차 화재진압 및 안전확보는 소방청에서 주관하여 화재 대응책 마련을 위한 범정부 차원의 노력이 이루어지고 있다. 이에 발맞추어 LH는 '23년 11월 500세대마다 이동식 물테이너에 질식소화포와 하부주수관창을 보관하여 훈련받은 관리인이 초기 전기차 화재에 대응하거나 또는 소방대가 도착했을 때 소화활동을 할 수 있도록 자체 설계기준을 수립했다.

또한 소방청과의 협업으로 전기차 화재실증실험을 통해 전기차 충전구역 주차면마다 고정식 자동 하부주수시설을 설치하기 위한 법적기준을 마련하고자 『지하주차장 전기차 충전구역 소방시설 개발 연구용역』을 발주하였고, 전기차 실규모 소화실험(4대)을 실시하여 법적기준인 화재안전 성능기준 개선을 위한 정책을 제언했다.

더불어 지자체별 지하주차장 전기차 화재대응 가이드라인에서 3면 방화구획 등 검증되지 않은 방안 적용 요구에 개선·설득 노력을 하고 있다.

3면 방화구획은 『전기자동차 화재대응 가이드』에 Off-Gas가 바닥에 체류되다가 착화되어 인접차량까지 화재가 전이된 사례가 있고, Off-Gas가 체류하기 쉬운 환경이 조성되어 폭발 가능성이 있다. 이에 따라 Off-Gas에 의한 폭발, 환기 및 치안에 불리할 수 있으므로 실증실험이나 시뮬레이션 등으로 검증한 이후에 기준으로 포함하는 것이 필요하다.

1차 LH 전기차 화재 대응전략

전기차 충전구역에 관한 소방 법적기준은 마련되어 있지 않으나 소방청의 『건축허가등 동의 업무처리 표준매뉴얼』이나 지자체별 지하공간 화재안전 가이드라인에 따라 사업승인 동의조건으로 제시되고 있어 실질적인 의무사항으로 작동 중에 있다. LH도 입주인 인명과 재산을 보호하기 위해 필수항목을 공통기준으로 수립하고, 이외의 항목은 사업승인 조건에 따라 지구별로 적용하는 자체 기준을 수립하였다. 필수항목은 5개 항목으로 충전구역 위치결정(집중배치), 충전구역 살수밀도 30% 상향, 질식소화포 비치, 하부주수관창 비치, 상시 CCTV 설치이다. 이외의 항목인 3면 격리방화벽·제연경계벽·물막이판 설치, 연기배출 설비, 연결송수관설비 방수구 등은 검증이 필요한 사항이라 판단되어 별도기준을 마련하지 않았다.

구분	충전구역 위치결정	충전구역 살수밀도 30% 상향	질식소화포 비치	하부주수관창 비치	상시 CCTV감시
사진	 (집중배치)	 K-factor 115 이상 헤드 배치			
					
개선	<ul style="list-style-type: none"> 램프인근 피난계단과 떨어진곳 	<ul style="list-style-type: none"> 방수량증가 (분당80L→115L) 수원증가 	無 → 有	無 → 有	전기차 주차구역 전용 CCTV

* (살수밀도 30% 변경 예정) '24년도 『지하주차장 전기차 충전구역 소방시설 개발 연구용역』 실규모 소화실험결과에 따라 설계기준을 K115헤드 대신 K80헤드(=80lpm)에 전기차 주차면당 헤드 2개 배치로 변경 예정

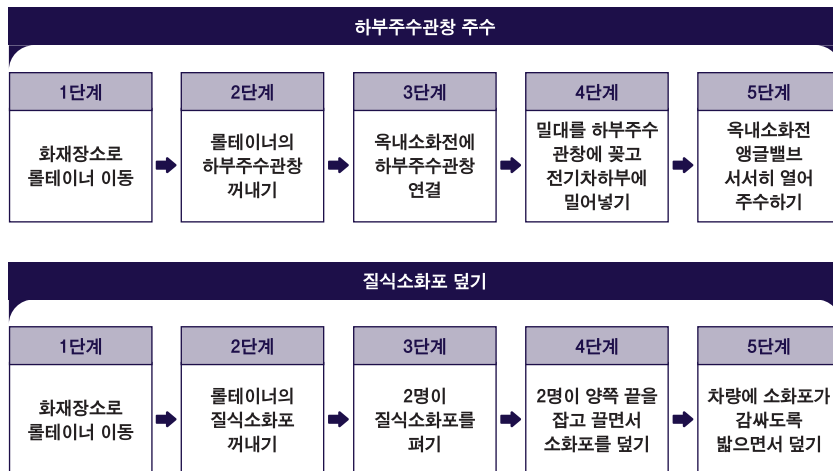
표-1 LH 전기차 충전구역 소방시설 기준

구분	내 용
보관성	- 충전구역 인근에 질식소화포와 하부주수관창이 적재된 상태로 보관
사진	

표-2 질식소화포 및 하부주수관창 보관 및 이동수단

특히 질식소화포 및 하부주수관창은 이동수단인 롤테이너에 함께 보관하고 지하주차장에서 전기차 화재가 발생한 주차면으로 이동하여 초기대응을 할 수 있는 장비이다. 이 장비는 소방훈련을 받은 관계인만 사용이 가능하며 주변 연기밀도가 높거나 차량에 불꽃이 보이는 경우에는 화재대응이 매우 위험하므로 관계인은 즉시 대피하여야 한다. 설치기준은 세대수와 지하주차장 수에 따라 설치대수를 정하였다.

장비작동순서는 소방대 소화활동의 경우 화재가 발생한 전기차에(주변에 가연성가스 채류가능으로 가스분산을 위해) 옥내소화전으로 주수하면서 접근, 하부주수관창 주수, 질식소화포 덮기, 1차 진압확인, 외부로 견인, 수조에 담그기 순을 권장하고 있으나 이것은 현장상황이나 훈련상황에 따라 달라질 수 있다.



* 질식소화포 단독사용금지. 주수없는 단독사용은 일정시간 경과 후 폭파 위험있음

그림-1 사용순서

2차 LH 전기차 화재 대응전략

지하주차장 전기차 화재대응 기준 수립에 이어 LH는 사회적 이슈인 지하주차장 전기차 화재에 대한 효율적인 대응방안 발굴을 위해 '23년 6월에 연구용역을 발주했으며, 소방청과 협업하여 전기차 화재 실증실험 연구를 수행했다. '23년 1월에 국립소방연구원에서 아이오닉5 배터리커버 열폭주 후 배터리가 있는 차량하부에 물을 아래에서 위로 주수시켜 1차 진압 성공을 방향성으로 삼아 고정식 자동 하부주수시설 개발을 위한 연구용역을 진행하였다.¹

구 분	1차 실험	2차 실험	3차 실험	4차 실험
차종	A사 '가'모델(Long range)	A사 '가'모델(Long range)	A사 '나'모델(Standard)	B사 '다'모델(Long range)
배터리	파우치 타입(셀384개)	파우치 타입(셀384개)	파우치 타입(셀288개)	원통형 타입(셀4,416개)
설비	준비작동식(상부 주수)	준비작동식(상부+하부1열 주수)	준비작동식(상부+하부2열 주수)	준비작동식(상부+하부1열 주수)
시스템 구성				
실험사진				
배터리 화재발생 모듈범위				
	100%	50%	30%	100%
인접차량 화재차단 여부	화재전이 차단 성공 도장면 손상발생	화재전이 차단 성공 도장면 손상발생	화재전이 차단 성공 도장면 손상발생	화재전이 차단 성공 도장면 손상없음
인접차량 사진				

* (실험결과 판단기준) 전기차량 화재 발생 시 종류별 소화설비를 활용했을 때 인접차량 화재전이 육안 관찰 및 영상 데이터를 통한 화재 전이여부 측정

표-3 전기차 화재 실증실험 주요결과

01 연구용역은 예산의 한계로 신속단지 위주로 연구진행을 하였고, 4대 전기차량의 실규모 소화실험으로 실험횟수가 적어 효과성에 대한 일반화가 어려운 한계를 가지고 있음

총 4회의 전기차 실규모 소화실험을 실시하여 실험결과를 도출하였고, 이를 통해 하부 주수량이 증가할수록 전기차 배터리 팩 화재 발생이 저감되고 열폭주 확산이 지연됨을 확인하였다. 또한, 대부분 실험에서 인접 차량의 도장면 손상이 발생하였으나 인접 차량으로의 화재 전이 차단 성공을 확인하였다. 특히, 1차 실험을 통해 하부 주수 없이도 전기차 화재차량으로부터 인접차량으로 화재 전이 차단이 가능함을 확인하였다. 실험결과를 바탕으로 첫째, 모든 실험에서 상부 스프링클러만으로도 인접차량으로의 화재 전이 차단이 가능하고, 둘째 상부 스프링클러 주수 실험 대비 상부 및 하부 스프링클러 주수² 실험 비교결과 화재 제어에 있어 유의미한 차이가 없어 하부주수시설은 화재안전성능기준에 미반영하는 결론을 도출하였다. 보완사항으로 실제 지하주차장에서 하부주수시설 적용이 필요한 경우에는 화재차량 인근의 주차면의 하부주수 작동을 막고, 화재 발생 차량 하부의 주차면만 개방되는 감지 시스템이 필요함을 확인하였다.

화재 대응 정책제언

실험결과를 바탕으로 표-4와 같은 LH 전기차 충전구역 소방시설용 화재안전 성능기준을 제언하였으며, 이때 제언항목별 소방청의견을 함께 나타내었다. ③, ④, ⑤번 항목은 소방청과 협의하여 정책제언에서는 제외시켰다. ①번 사항은 준비작동식 밸브 등의 소방시설작동은 비화재보를 고려하여 아날로그 열감지기를 준용하되 관리자가 빠르게 화재발생 사실을 인지하도록 관리자 경보용 아날로그 연기감지기를 제언했다. 다만 지하주차장의 온도, 습도, 먼지 등으로 비화재보 발생시 설치목적과 다르게 연기감지기 사용이 어려울 수 있으므로 실제 기축단지에 설치하여 실증 후에 적용여부를 판단하기로 했다. ②번 사항은 법적으로 습식배관에만 조기반응형을 설치할 수 있으나 조기주수를 위해 감열부가 화재발생 시 열에 의해 터질 수 있도록 조기반응형 스프링클러헤드 적용을 제언했다. 이것에 대한 근거로 실제 전기차 차량의 발열량 데이터를 가지고 시뮬레이션을 통하여 표준형과 조기반응형을 비교했고 표준형보다 조기반응형 스프링클러헤드가 평균 37초 빠르게 터져서 주수되는 것으로 나타났다.

따라서 LH는 소방청의 의견을 반영하여 소방시설강화로 빠르게 감지하고 초기에 스프링클러가 주수되도록 하고, 점검강화로 소방시설 작동 신뢰성을 향상될 수 있는 방안을 정책으로 제언했다.

02 (상부주수) 주차장 천정에서 스프링클러헤드(폐쇄형헤드)의 감열부가 열에 의해 작동되어 소화수가 위에서 아래로 분사되는 방식
(하부주수) 주차장 바닥에서 스프링클러헤드(개방형헤드)가 배터리가 위치한 전기차 하부 상방향으로 소화수가 분사되는 방식

구 분		현 재	개 선(안)	비 고
①	감지기	아날로그 열감지기 / 면적당	아날로그 열감지기1개+ 아날로그 연기감지기1개 / 주차면당	연기감지기에 대한 비화재보 현장 실증 후 반영여부 검토(10월완료예정)
②	폐쇄형 SP헤드	표준형	조기반응형 (2개 / 주차면당)	반영위해 최소 시뮬레이션을 통해 검증(5월완료)
③	살수밀도 상향	방출량: K80(분당80L) 헤드간격: 2.3m(내화)	방법1: K 80 & 헤드간격좁힘 방법2: K115 & 종전헤드간격	현재기준유지(혼란야기:NFPC의 SP기준에 살수밀도 개념없음, K115미도입)
④	질식 소화포 (이동식)	無	1개 / 전기차 충전구역 있는 방호구역 (LH 기적용사항)	적용어려움(연구용역을 통한 인증기준마련으로 25년도 적용예정)
⑤	하부주수 관창 (이동식)	無	1개 / 전기차 충전구역 있는 방호구역 (LH 기적용사항)	임의설비로 별도적용 예정없음

표-4 전기차 충전구역 소방시설용 화재안전성능기준 사전 협의사항(LH-소방청)

향후 과제

LH 전기차 화재 실규모 소화실험 연구용역의 결과를 통해 모든 실험에서 상부 스프링클러만으로도 인접차량으로의 화재전이 차단이 가능하고, 하부 주수시 화재 제어에 있어 유의미한 차이가 없는 것을 확인하였다. 이를 통해 별도 추가시설보다는 現 준비작동식 소방시설 신뢰성 강화를 위한 보완책 강구가 필요하고, 조속감지와 빠른 주수를 위한 시설강화방안, 기존 소방시설 성능유지를 위한 점검강화방안이 요구된다.

금번 분석결과를 마중물로 향후 최적 및 최상조건, 지하공간 배연강화 등 다양한 시나리오에 기반한 추가 실증연구를 통해 검증된 화재안전강화 방안과 운영제도 마련이 필요하다. 즉 현 시점에서는 지하주차장의 기존 스프링클러 시스템에 시설강화와 점검강화를 통해 기존 설비가 잘 작동시키도록 소방 화재안전 성능기준을 개선하고, 향후 추가 실증연구를 통해 지하주차장에서 전기차 화재 발생 시에 더 안전하게 입주민의 인명과 재산을 보호할 수 있는 검증된 소화시스템과 운영제도를 마련하는 단계적 화재안전 강화 방안이 필요하다.

한편 3면 방화구획 설치 등 지자체별 상이한 지하공간 화재안전 가이드라인과 관련하여 소방청은 시뮬레이션 또는 국가 R&D를 통한 실증실험 등의 검증을 통해 최소한의 가이드라인 재정립 및 화재안전성능기준에 반영하는 방식으로 정리할 계획 중에 있다. ●●



방현하

국토교통부
모빌리티자동차국
모빌리티총괄 과장

인터뷰어

LH인사이트 편집팀
[담당]
김미경 책임연구원

미래 모빌리티로 가는 길

- **LHRI** 방현하 과장님, 안녕하세요. 바쁘신데도 불구하고 저희 LH인사이트 전문가 인터뷰에 응해주셔서 감사합니다. 먼저 독자들에게 과장님께서 소속되어 있으신 국토교통부 ‘모빌리티자동차국’에 대해서 간단한 소개 부탁드립니다.

방현하 안녕하세요. 저는 국토교통부에서 모빌리티총괄과장 업무를 수행 중인 방현하 과장이라고 합니다. ‘모빌리티자동차국’을 소개해드리겠습니다.

정보통신기술(ICT)의 융복합으로 대표되는 4차 산업혁명으로 전 세계적으로 사회 전분야에서 거대한 변화가 진행되고 있습니다. 교통 분야도 지금까지는 단순히 재화와 사람의 이동이라는 행위를 상수로 놓고 접근했다면 모빌리티는 이동의 용이성(ability) 측면에서 어떻게 이동성을 증진할 것인지에 대해 고민한다는 점에서 차별화되며, 모빌리티가 일상의 변화를 넘어 새로운 경제 성장동력으로 부각되고 글로벌 경쟁도 치열해짐에 따라 정부에서도 선제적으로 대응할 필요성이 높아졌습니다. 이에 따라 국토교통부에서는 모빌리티 정책을 효율적으로 추진하기 위하여 2022년 12월 직제를 개정하여 기존 교통물류실 밑에 두었던 자동차 정책관을 모빌리티자동차국으로 확대 개편하고 이에 필요한 인력도 증원하였습니다.



모빌리티자동차국은 5개과 2개팀, 총 54명으로 구성되어 있으며 모빌리티와 자동차정책 전반에 관한 사항을 담당하고 있습니다. 모빌리티 관련해서는 법령 정비 및 로드맵 수립, 규제 샌드박스, 개인형 이동수단 활성화 등과 더불어 자율주행차 및 도심항공교통(UAM) 상용화를 위한 제도 정비, 시범운행지구 실증 사업, 제반 인프라 구축 및 기술개발 지원 등을 담당하고 있습니다. 자동차 분야는 전기·수소차 등 미래차 안전기준 확립, 애프터 시장 등 신산업 지원, 제작결함 시정 및 신차 교환·환불 중재제도 등을 운영 중이며, 자동차 관리사업 및 검사 제도 운영, 자동차 등록·운행 관리, 자동차보험 제도 및 피해자 지원사업 등을 담당하고 있습니다.

LHRI 4차 산업혁명에 따른 산업구조의 융복합화, 지능화 등이 미래의 모빌리티 혁신 전반에 어떤 영향을 미칠 것으로 예상되시나요? 그리고 미래모빌리티 키워드를 뽑는다면, 무엇으로 설명할 수 있을까요?

방현하 미래 모빌리티는 친환경, 자율주행, 공유경제 등 3가지 방향으로 가고 있다고 생각합니다. 사람의 이동을 위해서는 물리적 인프라, 운송수단, 그리고 운영체계의 3개 요소가 필요하다고 볼 때 과거 교통이 물리적 인프라 확충에 집중한 반면 모빌리티는 운송수단과 운영체계 효율화에 주력하고 있습니다. 친환경차를 대표하는 전기차는 동력장치의 핵심인 엔진, 클러치, 변속기가 모터, 인버터, 배터리로 변화되는 모듈화된 자동차이며, 자율주행차는 주행과 관련한 모든 부분을 자동차가 자동으로 수행하고 책임지며 핵심은 자율적인 의사결정을 내리는 센서, 빅데이터, 인공지능 기술입니다. 공유차는 자가용 보유기간 중에 5-10%의 시간만 실제 운행에 사용된다는 점에 착안하여 차량제어 IT 시스템, 스마트폰 어플리케이션, 운행·회원관리 시스템 등을 구현하고 있으며, UAM은 기존 항공에 배터리, 통신, 플랫폼, 건설 등이 융복합된 시스템 산업으로 전동화, 자율화, 공유경제 등 미래 모빌리티의 특성을 모두 갖고 있습니다.

사실 도로는 환경오염, 교통사고, 교통 혼잡이라는 고질적인 문제가 있었으나 기존 기술이나 지식으로는 해결이 요원하였으며, 이제는 아예 접근방식을 완전히 바꿔서 전기차, 자율주행차, 공유차라는 방식을 적용하게 되어 설득력을 얻고 있는 상황이며, 이러한 방식이 ICT 기술 발전에 따른 산업구조 융복합 및 지능화에 기인한 것이라는 점은 의심의 여지가 없어 보입니다. 디지털 기술이 거대한 플랫폼 체계 내에서 자동차 등 모빌리티 수단과 결합하여 불가능이 실행가능한 대안으로 변화하고 지속적으로 획기적인 성과를 생산해 낼 것으로 기대됩니다.



그림-1 모빌리티 혁신 로드맵 청사진 출처 : 국토교통부

LHRI 최근 모빌리티법, UAM법, PM법 등 여러가지 법제정이 이루어지고 있는데, 어떻게 준비되고 있는지와 관련하여 법 제정의 필요성과 도입 전망에 대한 설명 요청드립니다.

방현하 그간 정부에서는 모빌리티 활성화를 위하여 특례를 통한 실증 사업, 연구개발 지원 등 산업진흥 정책과 함께 본격적인 모빌리티 시대에 대비한 제도적 기반 정비를 최우선으로 추진하였습니다. 우선, 2023. 4월 모빌리티 활성화법을 제정하여 규제 샌드박스 제도 운영 및 지원센터 설립의 근거를 마련하고 전국 모빌리티 현황 조사를 거쳐 개선계획을 수립하는 등 모빌리티 혁신을 체계적이고 신속하게 추진하도록 하였습니다.

자율주행차는 일반 판매차량(B2C) 출시를 위한 제도적 기반을 마련하고 레벨3 안전기준과 보험 규정을 정비하였으며, 자율자동차 사고조사위원회를 설치함으로써 주행 정보기록을 토대로 사고원인을 규명하고 차량 결함 의심 건은 결함조사를 실시할 수 있도록 하였습니다. 도심항공교통법은 실증을 위한 맞춤형 제도로서 기업의 리스크를 해소하는데 중점을 두었습니다. 우선 실증·시험구역을 통해 규제특례 3차원 공간을 지정하고 현행 안전·보안·시설·사업 등 4개 법령의 적용을 배제하고 필요한 최소 규제만 적용하도록 함과 동시에 산업 생태계 조성, 국제협력, 연구개발 지원 등이 가능하도록 법 제정을 완료하였습니다.

개인형 이동수단(PM) 법은 다양한 PM 이용이 확산됨에 따라 체계적으로 관리 및 지원할 수 있는 제도 기반을 마련하기 위해 의원입법으로 추진되었으나 관계기관과 PM 업계간 합의에 이르지 못하여 제정되지 못하였습니다만 충분한 의견수렴과 조율을 거쳐 재추진할 계획입니다.

사실 모빌리티의 상용화가 미래에 어떻게 진행될 것인지 예측하는 것은 어렵습니다. 우리는 현시점에서 진행되고 있거나 예측가능한 부분에 대해서만 규정을 만들어 가고 있으며 앞으로 진행되는 부분은 그 상황에 맞춰 걸림돌이 되지 않도록 신속하게 제도를 정비할 계획입니다.

LHRI UAM 등을 활용해서 인구감소시대 지역균형발전 또는 고령자취약계층에 대한 복지 등에도 어떤 긍정적인 영향을 미칠 수 있을까요?

방현하 수도권 인구 집중과 출산을 감소로 인한 지방 소멸 위기는 우리 사회가 당면한 가장 큰 현안 중 하나이며, 교통 분야에서 이러한 지방 인구 감소는 적자 버스 노선 폐지나 운행 횟수 감소 문제뿐만 아니라 농어촌버스 운전자 수급 곤란 등 전반 위적인 문제를 야기하고 있는 실정입니다. 실제로 2022년 대중교통 현황 조사 결과에 따르면 농어촌버스는 1개 노선 대비 버스 수가 0.47대에 불과(시내버스는 4.27대)하며 운전자도 61세 이상 고령층 비율이 29.8%로 높은 수준(전국 평균 19.7%)으로 나타났습니다.

이에 따라 인구가 감소하는 지방은 경제적인 이유로 인해 기본적인 교통서비스마저 충분히 제공되기 어려운 상황으로 몰리고 있는 것이 사실이며, 사회 경제적인 구조가 변화하지 않는 한 그 해법도 마련하기 어렵습니다. 그러나, 자율주행버스나 UAM 형태의 에어택시 등 미래 모빌리티 기술을 적용하면 해결이 불가능한 것은 아니라고 생각합니다. 자율주행 모빌리티는 운영의 유연성 및 경제적 효율성을 높임으로써 대중교통 공급뿐만 아니라 자율주행 청소차와 택배 영역, 그리고 재난이 발생했을 때의 구조나 긴급대응 등 다양한 분야에서 실효적인 대안으로서의 역할이 기대됩니다.

LHRI 미래 모빌리티가 기술적으로 구현되더라도 사회적으로 수용되지 못한다면 도태될 수 밖에 없을텐데, 이를 위해 필요한 제도개선이나 고려할 점은 무엇이 있을까요?

방헌하 어떤 정책이 법적 정당성과 경제적 타당성을 확보하여도 실행가능성은 별개의 문제이듯이 미래 모빌리티가 과학적·경제적으로 타당하고 개발 완료되었다고 하여도 예상하지 못한 장애물로 인해 사회적으로 수용되기 어려울 수도 있습니다. 우선, 기술과 관련하여 명료하게 입증하기 어려운 안전성 또는 재산권 침해 등에 관한 이슈가 발생할 수 있으며, 두 번째는 새로운 기술과 이해가 상충되는 업계의 반발 또는 사회적 갈등도 중요한 리스크로 볼 수 있습니다.

미국 GM 크루즈의 경우, 샌프란시스코에서 세계 최초로 로보택시 운행을 허가받아 운행을 하였으나 작년 10월 보행자에게 큰 부상을 입히는 사고가 발생하였습니다. 이에 따라 GM은 로보택시 전량 리콜, CEO와 핵심 임원 사임 등 사실상 사업 중단에 가까운 조치가 불가피한 상황에 이르렀습니다. UAM의 경우도 과거 유사한 항공기 사례를 볼 때 소음이나 고도제한에 따른 재산권 침해 등이 이슈로 부각될 가능성을 배제하기 어렵다고 봅니다.

그리고, 과거 영국의 적기 조례(Red Flag Act) 사례를 보면, 영국이 1826년 최초로 증기자동차를 상용화하였으나 마부들이 반발함에 따라 도심 차량속도를 3.2km/h로 제한하는 등 기존 마차 사업 보호를 위한 조치를 시행한 결과, 영국의 자동차 산업이 크게 위축되고 산업 주도권이 독일, 미국 등으로 넘어가는 계기가 되었다는 점을 볼 때, 사회적 수용성을 높이기 위해 끊임없이 이용자들이나 관련 업계와 소통하고 그들의 피드백을 반영하려는 노력이 필요하다고 생각됩니다.

LHRI 앞으로 미래 모빌리티시대를 대비하여 정부의 추진계획은 무엇입니까? 아울러 미래 모빌리티시대 실현을 위해 LH의 역할과 협조 및 지원사항은 무엇이 있을까요?

방헌하 이번 정부에서는 임기 내에 자율주행차 레벨4 및 UAM 상용화를 국정과제 정책 목표로 설정하고 제반 인프라 구축, 법·제도 정비 및 실증기반 마련에 박차를 가하고 있습니다. 특히 지난 2022년 9월에 글로벌 선도국가 도약과 혁신적인 서비스 구현을 위한 선제적인 전략으로서 모빌리티 혁신 로드맵을 발표하였는데 자율주행차, 도심항공교통, 디지털 물류, 모빌리티 서비스 및 도시 분야에 걸쳐 향후 기술개발 및 상용화 등에 관한 연도별 주요 성과 목표를 구체적으로 제시하였습니다. 특히, 미래 모빌리티가 나가야 할 방향은 물론 규제 혁신 및 제도 정비, 인프라 구축, 기술개발 등에 관하여 단계적이고 구체적인 조치와 일정 등을 설정함으로써 실행 가능성을 높였습니다. 그리고 모빌리티 혁신을 주도하는 기구로서 모빌리티

혁신위원회를 학계, 연구기관, 공공기관 등도 참여하는 포럼으로 확대 개편하여 로드맵 이행 상황을 점검하고 신규 과제 발굴과 기존 과제의 보완도 담당하게 하였으며, 현재는 그간의 성과 점검 결과 등을 토대로 모빌리티 혁신 로드맵 2.0을 준비하고 있습니다.

우리나라 현실에서 미래 모빌리티시대 실현을 위해서 LH 역할은 필수적이라고 생각합니다. 모빌리티 자체가 스마트 도시 운영체계라는 거대한 플랫폼의 일부에 불과한 것이므로 한국의 도시를 주도적으로 건설하고 변화시켜 온 LH가 큰 틀을 마련해주어야 합니다. 그리고 그동안 도로, 철도 등이 전국적인 간선망 구축에 치중한 사이에 도시교통망은 신도시 등을 개발하는 LH에 의해서 양적 확충은 물론 질적으로도 많이 개선된 것은 주지의 사실입니다. 도시내 고속도로·국도·광역철도망 확충, 국내 최초 트램, S-BRT 계획 등 수많은 성과를 만들어왔으며 현재도 스마트시티 사업과 모빌리티 특화도시 사업 등 미래 도시의 모습을 결정짓는 다양한 사업도 주도하고 있는 LH는 단순한 참여자를 넘어서 Game Changer 역할에 가깝다고 생각합니다. 현재의 변화는 누구도 거스를 수 없는 비가역적 흐름으로 진행되고 있으며, LH도 이러한 흐름에 능동적이고 적극적으로 대응해 나갈 수 있기를 기대합니다.

LHRI 지금까지 방현하과장님으로부터 미래 모빌리티가 나아가야 할 방향성 등에 대해서 유익한 말씀을 들었습니다. 과장님, 귀중한 시간 내 주셔서 매우 감사드립니다. ●●

트렌드 키워드

LHRI 인사이트 편집팀
[담당] 정소이 연구위원

정보코너

목적기반 모빌리티

PBV, Purpose Built Vehicle¹

목적기반 모빌리티(PBV)는 운전자의 이동 편안함을 중시한 기존 차량과 달리 사용목적에 초점을 둔 개념으로, 여객이나 물류, 레저 등 각각의 목적에 맞게 실내 공간을 설계한 미래형 모빌리티다.

기존 모빌리티의 근본적인 목적이 '이동'에 있었다면, 효율적인 이동에 대한 답을 자율주행에서 찾은 미래에서는 더 이상 모빌리티를 단순한 이동수단이 아닌 이동이 가능한 새로운 스마트 디바이스로 바라보고 있다. 이러한 모빌리티의 활용성이 주목받으면서 등장한 개념이 바로 PBV이다. 용도에 맞게 변화하는 PBV의 다재다능함은 모듈러 시스템을 기초로 하며, PBV를 구성하는 핵심요소는 '자율주행'과 '전용 플랫폼'이다.

PBV는 수요응답형 온디맨드 서비스를 제공하고, 넓은 공간의 특성을 살려 움직이는 거주공간 및 휴식공간이나 이동형 창고, 물류 배송용 모빌리티 등으로 활용될 수 있다. 또한 동일한 목적을 가진 PBV를 한곳에 모아 새로운 공간을 창출할 수 있는데, 가령 의료 서비스를 지원하는 PBV가 한곳에 모이면 종합병원이 되고 음식서비스를 제공하는 PBV가 모이면 거대한 외식타운이 될 수 있다. 이렇듯 PBV는 미래 도로 위 풍경뿐만 아니라 도시의 모습도 변화시킬 잠재력을 가지고 있는, 미래 메가시티의 새로운 이동수단으로 기대되고 있다.



[그림] 출처 : 현대 TRANSYS 블로그



[그림] 출처 : 현대자동차그룹 홈페이지

1) [참고자료] 현대자동차그룹 홈페이지(www.hyundai.co.kr), 현대 TRANSYS 블로그(<https://blog.hyundai-transys.com>)

차세대 이동수단

MaaS, LaaS, TaaS²

사람의 이동을 의미하는 MaaS(Mobility as a Service)와 사물의 이동을 뜻하는 LaaS(Logistics as a Service), 이 두가지를 더한 포괄적인 수송서비스인 TaaS(Transportation as a Service)가 미래 모빌리티 트렌드로 부상하고 있다.

MaaS는 사람의 이동 관점에서 기차와 버스 같은 대중교통을 비롯해 택시, 공유차량 등 이동수단과 관련된 모든 서비스를 통합된 서비스로 제공하는 개념이다. 목적지까지 가는 가장 효율적인 경로를 찾아줄 뿐만 아니라 이동수단에 대한 예약과 요금결제 등을 하나의 플랫폼에서 제공하는 서비스이다. 국내 사례로는 '카카오모빌리티', '티맵모빌리티', '쏘카' 등을 들 수 있다.

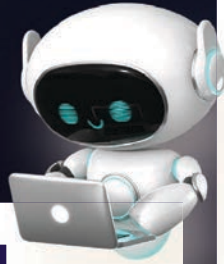
LaaS는 사람이 아닌 물류의 이동이 중심으로 사람의 이동이 제한된 코로나 팬데믹을 기점으로 크게 성장하기 시작하였는데, 식품을 배달하거나 화물운송을 중계하는 플랫폼으로서 차량 공유서비스를 활용하고 있다. 국외사례로는 택시서비스로 시작해 음식배달로 확장된 '우버 이츠', 전기차를 활용한 GM의 물류사업 '브라이트 드롭' 등이 있고, 국내에서는 카카오모빌리티가 카카오T 앱 내에서 퀵서비스를 시작하며 LaaS로 영역을 넓히고 있다.

TaaS는 이동의 대상에 구분을 두지 않고 사람과 물류의 이동을 모두 아우르는 상위개념으로, 수송 전반을 서비스의 관점에서 바라본 것이다. 다양한 사람, 물건, 무언가를 옮기기 위해 모빌리티가 유동적으로 변하는 것이 가장 대표적인 TaaS라고 볼 수 있으며, 자율주행차, 전기차 등 미래차 뿐만 아니라 도로 인프라-충전 인프라 등도 TaaS의 범주에 들어간다.



[그림] 출처 : 현대 TRANSYS 블로그

2) [참고자료] 현대 TRANSYS 블로그(<https://blog.hyundai-transys.com>), 아이뉴스24(www.inews24.com)



대규모 언어 모델

LLM, Large Language Model³

언어 모델(Language Model)은 현재 인공지능 분야에서 가장 화제를 모으는 주제 중 하나로, 그 중에서도 가장 핵심적인 역할을 하는 것이 '대규모 언어 모델(LLM, Large Language Model)'이다.

LLM은 다양한 자연어 처리(NLP) 작업을 수행할 수 있는 딥 러닝 알고리즘으로, 훈련에 사용되는 방대한 양의 데이터를 기반으로 다른 형태의 콘텐츠뿐만 아니라 인간처럼 텍스트를 이해하고 생성하도록 설계되었다. LLM은 Open AI의 Chat GPT-3 및 GPT-4 같은 인터페이스를 통해 대중이 쉽게 액세스할 수 있고, 사용자가 이해하기 쉬운 명확하고 대화적인 방식으로 정보를 제공하기 때문에 언어 간 번역, 텍스트 요약, 챗봇 개발, 문서 생성, 감성 분석 등 다양한 분야에서 활용 가능하다. 또한 교육, 의료, 금융, 비즈니스, 연구 분야에서도 높은 잠재력을 지니고 있다.

LLM은 사용자를 위한 효율성 향상, 다양한 응용프로그램, 끊임없이 진화하는 기술 등의 장점을 바탕으로 자연어 처리 및 인공지능 분야에서 획기적인 발전을 이루었지만, 동시에 데이터 편향과 개인정보 및 저작권 침해 등 다양한 윤리적 이슈가 중요한 주제로 떠오르고 있다.

AI PROJECT			
기업별 대규모 언어모델(LLM) 종류			
Open AI 대형언어 모델 프로그래밍 자사 검색엔진 Bing에 Google BARD 출시 결합	자체 LaMDA 기반 대화 시스템 Google BARD 출시 결합	연구용도 중심의 비영리 라이선스 언어모델 'LLaMa' 발표	범용적으로 작동 가능 최초의 Generalist 모델 1750억개 매개변수와 RLHF (인간 피드백을 통한 강화학습)를 적용
초대규모 AI '하이퍼클로바X' 가장 큰 특징은 '옛GPT 대비 한국어 학습량 650배 이상'	'GPT-3' 모델의 한국어 특화 A I 언어모델 'KoGPT' 공개	자체 대규모언어모델(LLM) AI 개발 작업에 본격 착수	

[그림] 출처 : 김도환의 브런치스토리(<https://brunch.co.kr/@brunchk1wj90>)

3) [참고자료] IBM 홈페이지, IT윌드 홈페이지

잘파세대

Z+alpha세대⁴

신인류로 불리우던 'MZ세대'를 대신해서 최근 '잘파세대'가 새롭게 등장했다. 잘파세대는 1990년대 중반에서 2000년대 초반에 태어난 Z세대와 2010년대 초반 이후에 태어난 알파세대를 합친 신조어이다. 잘파세대와 MZ세대의 가장 큰 차이는 세분화된 나이 구분에 있다. MZ세대의 경우 1980년대 초부터 2000년대 초까지 나이가 폭넓은 편인 반면, 잘파세대는 1990년대 중반부터 2010년대까지로 좀 더 좁혀졌다.

잘파세대는 스마트폰의 대중화로 디지털 기기에 익숙한 환경에서 성장했기에 어떤 세대보다도 최신 기술을 아주 빠르게 받아들이고 활용한다는 특징이 있다. 또한 어릴 때 신종 코로나바이러스 감염증(코로나19)을 겪은 만큼 오프라인보다 온라인에 익숙하며 특히 공유경제에 관심이 높다. 이밖에 다른 세대에 비해 개성을 중시, 초개인화, 실리 추구, 슌품 같은 영상 콘텐츠 선호, 소비를 통해 자존감 상승 등의 특징을 지닌다.

잘파세대는 2024년 소비트렌드를 주도하는 키워드로 떠올랐다. 그동안 MZ세대론으로 산업을 해석하고 분석해 왔다면, 이제는 잘파세대를 위한 시대를 준비해야 한다. 잘파세대는 인류 역사상 가장 규모가 큰 세대가 될 것으로 예측되고 있으며, 그들은 곧 소비시장을 이끌어가는 강력한 소비자 집단이 될 것이기 때문이다.



[그림] 출처 : 비주얼다이브

4) [참고자료] 네이버 지식백과, 머니 S 'MZ도 늙었다...' (2024.01.16.), 비주얼다이브(m.post.naver.com 비주얼다이브)

Insight 추천도서

LHRI 인사이트 편집팀
[담당] 박정하 수석연구원

책소개

미래, 모빌리티

이동하는 모든 것이 바뀌고, 이동이 모든 것을 바꾸고 있다

김민형, 2023, 스텔리어스

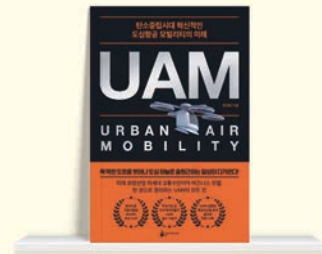


인류의 만남과 이동을 책임지는 모빌리티의 지각 변동이 시작되었다. 이로써 이동의 개념은 지금까지의 개념과 완전히 달라졌으며, 이제 단순히 이동시간을 절약하던 시대와는 달리 이동시간의 축소는 당연한 것이 되었다. 이러한 시대에는 체류시간의 중요성이 더욱 증가하게 되는데, 이렇게 거리를 단축시키는 기술의 모빌리티 발전은 '연결'이라는 이동의 본질적 의미를 다시 생각하게 한다. 앞으로 도시, 관광, 물류 등 다양한 산업의 경계는 허물어지고 융합될 것이란 전망이 나오고 있는 가운데, 저자는 이러한 흐름에 대비하는 핵심은 각 산업이 분절적으로 어떻게 작동하며, 어떤 산업과 만났을 때 시너지가 극대화 되는지를 알아야 한다고 말한다. 모빌리티로 모든 것이 급변하는 생태계에 대비하기 위해서는, 융합하는 각 산업간 경계가 흐려지는 이 상황에서도 오히려 경계에 대한 정확한 분석이 필요하다는 것이다. 모빌리티는 이제 시대정신이 되었다. 저자는 이 책을 통해 모빌리티를 생소하게 느끼는 사람은 물론, 전문가들도 모빌리티의 현재를 읽고, 미래의 변화를 대비하는데 도움이 되길 바란다고 말한다.

UAM

탄소중립시대 혁신을 이끄는 차세대 교통수단, UAM의 모든것

한대희, 2022, 슬로디미디어



미래의 친환경 이동수단으로 각광받는 UAM(Urban Air Mobility, 도심항공 모빌리티). 얼마전까지만 해도 대중들에게 생소하게 느껴졌던 UAM은 글로벌 탄소중립 이슈 이후 교통혼잡 뿐 아니라 에너지 낭비와 환경 오염, 소음 등을 일으키는 도시교통 문제를 해결하기 위한 혁신적 교통수단으로서 주목받고 있다. 저자는 UAM을 추진하는 기업과 기관은 물론 미래 유망분야를 찾는 이들에게 명쾌한 해답을 주기위해 글로벌 주요 기업의 UAM 추진현황을 살펴본은 물론, K-UAM 현황까지 담아내었으며 UAM의 상용화를 위한 주요이슈인 안전, 소음, 경제성 등에 대한 방안을 모색하였다. 불과 몇 년 전까지도 공상과학 영화에서나 그려질 법한, 먼 미래의 일로만 여겨졌던 '하늘을 나는 자동차'. 그러나 우리나라에서도 내년인 2025년 UAM 상용화를 앞두고 있을 만큼 이제 '하늘을 나는 자동차'는 우리가 모르는 사이 우리의 삶에 아주 가까이 다가와있다. '꼭 막힌 도로를 벗어나, 도심 하늘로 출퇴근하는 일상이 다가온다!'라는 이 책의 광고 문구처럼, 가까운 미래 우리의 삶에 혁신적인 변화를 가져올 UAM에 조금더 빠르게 다가가보도록 하자.

포스트 모빌리티

최고전문가가 정리한 모빌리티 혁명의 모든 것

차두원·이슬아, 2022, 위즈덤하우스

전기차, 자율주행차, 퍼스널 모빌리티, 도심항공 모빌리티...최근의 다양한 미래 모빌리티 디바이스들이 상용화되기 시작하면서, 모빌리티 산업의 격동은 기술적 혁신뿐 아니라 공간의 혁명, 이른바 모빌리티 혁명을 일으키고 있다. 주유소는 충전소로 변하고 있으며 주차공간은 변화하고 있고 배송로봇을 위한 새로운 도로가 만들어지고 있다. 이는 우리의 삶까지 송두리째 바꾸어 놓을 것이다. 모빌리티 혁명이라는 격변 속에, 이미 구글, 네이버, LG, 소니와 같은 첨단 기업들이 자신의 전문 영역에서 벗어나 모빌리티 시장에 도전해 오고 있다. 새로운 시장이라고 할 수 있는 모빌리티 산업이 미래 먹거리를 차지하기 위한 전쟁터가 된 것이다. 자동차 산업이 우리나라의 핵심 산업인 우리에게도 이러한 모빌리티 산업의 변화는 새로운 기회임이 확실하다. 저자는 에필로그에서 모빌리티 혁명은 하루아침에 이루어지지 않는다고 마무리하고 있다. 준비된 자만이 포스트 모빌리티의 승자가 된다는 것이다. 새로운 기회를 잡고 또 만들어내기 위해 애쓰고 고민하는 모든 사람들, 포스트 모빌리티의 승자가 되고 싶은 사람들을 위해, 이 책은 지금까지 모빌리티 산업이 어떻게 발전해왔는지를 돌아켜보고, 현재의 상황을 바라봄과 동시에 미래의 방향을 제시해 줄 길라잡이가 되어줄 것이다.



움직이는 사물 움직이지 못하는 인간

팬더믹 시대, 교통의 미래는 어떻게 될 것인가?

김창균, 2022, no book

전세계적으로 유행이었던 코로나바이러스는 세상의 많은 것을 바꾸어 놓았다. 인간의 행동과 이동은 제한되기 시작했고 비접촉, 비대면의 삶이 확산되었으며 이는 우리 삶의 질을 하락시키고 불행하게할지도 모른다는 불안감과 동시에 큰 위협을 주고 있다. 한편, 같은 시기의 물류와 교통은 획기적으로 변화한 덕분에 인간을 대신한 사물의 이동은 크게 증가해왔다. 무인자동차와 AI 기술의 발달은 이를 더욱 가속화하고 있으며, 앞으로는 '움직이지 못하는 인간, 움직이는 사물'의 현상이 지속될 전망이다. 이러한 변화는 우리 사회, 산업, 정치, 경제 등 직간접적으로 영향을 주는 중요한 사안이다. 이제 모든 분야에서 인간중심의 교통 제도와 체계를 구현하려는 노력이 없다면 우리가 겪었던 팬더믹 이상의 대혼란과 파탄에 직면하게 될 것인데, 책에서는 이를 '트래픽 팬더믹'이라 부르고 있다. 저자는 더 많은 사람이 교통의 중요성과 그 역할을 좀 더 깊이 생각하고 의미있는 논의와 토론이 이어지기를 기대한다. 우리 사회가 더 이상 교통약자가 불편하지 않고, 교통이 인간의 본업을 방해하는 일이 없는 날이 오길 바라며, 포스트 코로나 시대에 더 이상 '움직이지 못하는 사람'이 되지 않는 마음을 전한다.



연구원 동향

연구성과

LHRI 소식

토지주택연구원 완료 연구과제





연구성과

신도시 전기차 충전시설 공급기준 및 복합충전시설
기본 구상 연구

이용자중심의 광역대중교통 도입방안 구상

LHRI 소식

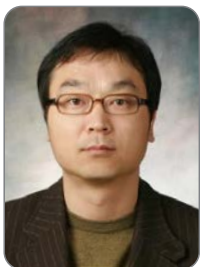
LHRI 대내외 행사 소식

LHRI 간행물 발간 소식

토지주택연구원 완료 연구과제

2024.05~2024.07

신도시 전기차 충전시설 공급기준 및 복합충전시설 기본 구상 연구



변안희

LH 토지주택연구원
국토공간연구실
연구위원(연구책임)

참여연구원

신도겸 LH 토지주택연구원 수석연구원
양진아 LH 토지주택연구원 책임연구원
박지은 LH 토지주택연구원 주임연구원
문정현 LH 도시기반처 부장
조홍래 LH 공공주택전기처 차장

연구 배경 및 목적

정부가 2030년 전기차의 보급 목표를 300만 대로 계획하고 있는 등 전기차는 당초 예상보다 빠르게 내연기관 자동차를 종식시키며 전기차 시대를 열 것으로 예상되고 있다. 이에 LH 역시 신도시 및 택지개발 건설을 통해 전기차 충전시설 공급을 위한 노력을 기울이고 있으나, 아직 충전시설 수요 예측에 대한 명확한 기준이 없는 실정이다. 한편, 전기차 충전은 출발지와 목적지 외에도 이동 중(On-going) 수요가 높을 것으로 예상되고 있고, 민간을 중심으로 주유소 용지를 통해 충전과 편의시설 이용을 목적으로 하는 복합충전시설 조성을 검토 중이다.

본 연구는 신도시 및 택지개발에 따른 전기차 충전시설의 적정 공급에 필요한 3기 신도시 6개 지구를 대상으로 한 전기차 및 충전 수요를 예측하고, 이동 중 충전 장소로써 주유소 용지를 활용한 LH만의 복합충전시설의 기본구상을 제시하였다.

전기차 및 충전시설 수요 예측

전기차 수요예측은 확산모형을 통해 수행하였고, 고펜퍼츠 모형의 곡

선이 실제 관측치와 비교할 때 가장 적합하다는 결론을 얻었으며, 2025년도 정부 목표에도 근사한 것으로 도출되었다. 따라서 이를 통해 2050년까지의 전기차 수요를 예측하였다.

충전시설 예측을 위해 세종시를 대상으로 충전 원단위를 도출하였고, 복합충전시설을 고려한 충전 전환율을 함께 분석하였다.

④ 전기차 수요 예측

- (예측 방법) 신도시 전기차 수요예측은 전기차의 과거 데이터를 바탕으로 고펜퍼츠(Gompertz), 로지스틱(Logistic), 바스(Bass) 3개의 확산 모형을 통해 예측
- (분석결과) 고펜퍼츠 모형의 곡선이 실제 관측치와의 적합성이 가장 높은 결론을 도출
 - 2025년 정부 목표에도 근사한 값을 제시하였고, 2050년까지의 전국 전기차 수요예측 결과를 도출하였고, 이를 신도시 인구 비율과 결합하여 3기 신도시에 대한 전기차 수요를 추정
 - 전기차 수요예측을 위한 추가적인 시도로 시장포화 단계에 있는 내연기관 자동차와 이동전화의 보급대수 데이터를 활용하여 유사 추정을 시도하였으나, 설명력이 낮아 전기차 보급대수를 통해 직접 예측 시도

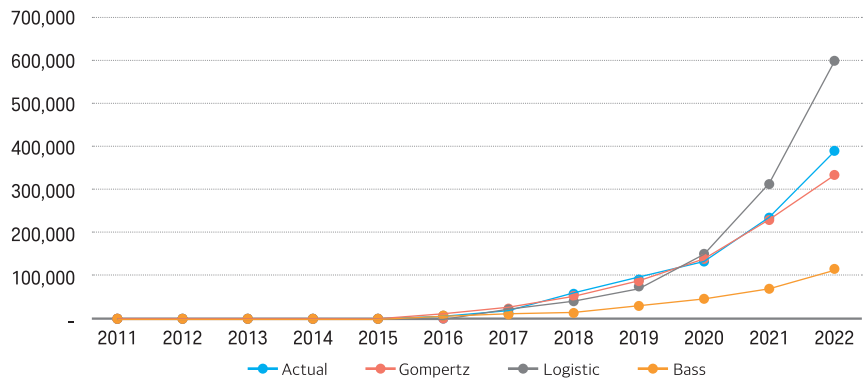


그림-1 확산 모형에 따른 전기차 수요 예측 결과

[단위: 대]

연도	남양주왕숙	남양주왕숙2	하남교산	인천계양	고양창릉	부천대장
2028	5,042	1,331	3,146	1,573	3,711	1,936
2030	7,648	2,019	4,772	2,386	5,629	2,937
2040	26,988	7,125	16,840	8,420	19,863	10,363
2050	47,135	12,444	29,412	14,706	34,691	18,100

표-1 3기 신도시 전기차 등록 대수 추정 결과

④ 전기차 충전 원단위 및 충전시설 기준 수립

- (충전 원단위) 신도시의 충전 원단위를 파악하기 위해 한국환경공단의 전기자동차 충전소 정보를 자료를 활용하여 분석
 - 충전 원단위로 전기차 1대의 1회 충전량과 7일간 충전횟수를 장소별로 제시
 - 충전 원단위를 이용해 3기 신도시에 대한 1일 충전량을 산출하였고 그로부터 완속과 급속 충전기 공급기준을 제시

구분		공공	공동주택	공원시설	교육문화	근린생활	상업	차량정비	주차	기타
1회 충전당 충전량 (kW/회)	전체	43	30	58	29	15	46	18	36	27
	급속	47	36	58	39	-	62	-	36	32
	완속	24	29	-	20	15	17	18	-	26
1대의 7일 충전횟수 (회)	전체	0.43	2.86	0.06	0.06	0.01	0.11	0.02	0.18	0.05
	급속	0.36	0.13	0.06	0.03	-	0.07	-	0.18	0.01
	완속	0.07	2.73	-	0.03	0.01	0.04	0.02	-	0.04

표-2 신도시 충전 원단위

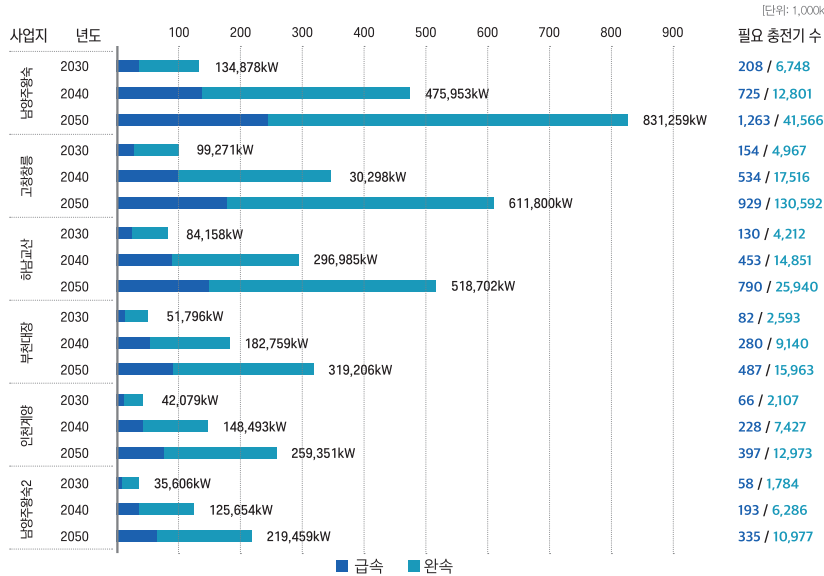


그림-2 3기 신도시 필요 충전량 및 충전기 수

- (복합충전시설 도입 시 전환율 및 충전기 수요) 복합충전시설의 도입으로 인해 기존의 급속 및 완속충전기이용량 중 복합충전시설 이용으로 전환되는 비율 및 복합충전시설의 충전기 수요를 추정
 - 복합충전시설로의 전환율은 평균 25.2%이며, 최소 0.7%에서 최대 48.1%까지로 나타났고, 추가 이용 의향도 25.2%에 달하는 것으로 나타남

- 복합충전시설로의 전환율을 활용하여 3기 신도시의 복합충전시설 내 필요한 충전량과 초고속충전기 수를 산출한 결과, 2030년까지는 많은 수의 전기차 전용구역이 필요하지 않으나, 2040년에는 4배, 2050년에는 7배까지 증가하는 등 향후 전기차 전용구역의 확대를 고려하여 복합충전시설에 충분한 주차면을 확보할 필요가 있다고 판단

[단위: 기]

구분	2030	2040	2050
남양주왕숙	14	53	93
고양창릉	11	39	69
하남교산	10	33	58
부천대장	6	21	36
인천계양	5	17	29
남양주왕숙2	4	14	25

표-3 복합충전시설 내 초고속 충전기수

복합충전시설 기본구상

전기차 시대에는 주유소의 역할변환이 예상되고 있다. 전기차 시대의 주유소는 전기차 충전시설뿐만 아니라, 머무는 공간으로서의 복합충전시설이 필요하게 될 것이다. 따라서 복합충전 시설에 필요한 건축설계 요소를 제시하였다.

◎ 개요

- 복합충전시설은 최근 민간 중심의 주유소용지를 활용한 전기차 복합충전시설에 대한 관심이 고조되는 현시점에서 LH 자체의 설계 기본구상을 통해 3기 신도시 시민의 이동 중 전기차 충전 편리성을 높이고, 미래 전기차 시대에 대응한 주유소 용지의 변화를 모색하는데 목적이 있음
- 본 연구는 기본구상 대상으로 남양주 왕숙의 주유소 용지인 S1과 S8로 설정



그림-3 전기차 충전소 후보지(남양주왕숙1)
출처 : 3기 신도시 그린 모빌리티 보급 확대를 위한 친환경 전기차 충전인프라 세부추진 계획(안)

◎ 기본구상의 내용

- (기본방향) 복합충전시설로서는 상징성(Symbol), 화재 안전에 대비한 안전성(Safety), 편의시설의 다양한 구성이 가능한 유연성(Flexibility)을 기본 방향으로 구상안을 제시

- (상징성) 전기차 충전소로서의 상징성(Symbol)은 평면/입면 계획, 시그니처 디자인, 차별화 디자인 요소를 도입
 - 평면계획에 있어서는 전기차 충전과 편의시설을 배치하기 적합한 원형을 기본 평면계획 요소로 채택하였고, 대지 조건에 따라 사각매스를 추가하거나 또는 층수로 전체 연면적을 조절하도록 계획
 - 입면계획에 있어서는 시그니처 디자인으로 원형 커튼월 매스에 루버와 음각 로고 디자인을 채용하였고, '충전'과 '머물다'를 의미하는 "ON_STAY"를 제안
 - 복합충전시설의 다양성을 반영하기 위해 시그니처 디자인과 별개로 비정형 판넬 또는 편칭 판넬을 활용한 더블 스킨 등 현대적 디자인 요소를 도입
- (안전성) 화재 안전에 대비한 안전성(Safety)을 위해서는 전기차 충전구역 지상 설치하도록 하였고, 건축물은 내화구조 및 방화구획을 적용하고 전기차 충전구역은 건축물과 일정 간격 이격을 원칙으로 함
- (유연성) 편의시설의 다양한 구성이 가능한 유연성(Flexibility)을 위해서는 기본 유닛과 옵션별 유닛으로 구성하여 유연한 선택이 가능하도록 구성함. 특히 옵션별 유닛은 상업 영역과 휴게 영역으로 구분하여 수직으로 조닝하여 계획



복합충전시설 도입을 위한 제도 개선 사항

지구단위 지침에 의하면 복합충전시설의 용도는 「위험물안전관리법 시행규칙」 [별표 13] 부대시설 중 마목과 사목으로 가능하다고 판단된다. 다만, 면적 1,000㎡ 이하 규모로 제한되므로 대지 면적에 따라 복합충전시설로서의 기능이 어려우므로, 이에 따라 다음과 같이 개선할 것을 제안하였다.

- ① 지구단위계획의 허용 용도에 「건축법 시행령」에 의한 전기차 충전소 추가
- ② 전기차 충전소 설치 면수에 따라 일정 비율의 근린생활시설이 가능하도록 함
(예, 주차전용건축물)
- 추후 투자비 대비 수익구조 모델에 대한 검토가 이루어져야 할 것이며, 수익모델을 기반으로 '전기차 복합충전시설'을 도입할 경우의 용적률, 층수 등을 검토해야 함
- 주유소 용지의 적정 토지비용과 복합충전시설이 도입될 경우의 적정 토지비용에 대한 검토가 필요함. 근린생활시설 용지와의 형평성도 고려할 사항임

연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구의 한계 및 향후 연구방향은 다음과 같다.

- (성과) 본 연구는 신도시 충전시설의 공급 기준 수립에 필요한 충전 원단위를 제시하였고, 복합충전시설의 건축적 요소의 설계적 기본방향을 제시하였음
- (한계) 전기차 수요 예측은 전기차의 보급대수가 초기 데이터일뿐더러, 전기차 보급이 정부의 보조금 정책과 깊은 관계가 있어 장기 수요를 예측하는 데는 근본적으로 한계 존재
 - 내연기관 자동차와 이동전화의 초기 확산계수를 활용하고자 했으나, 국민소득, 충전인프라 보급률, 정부정책의 차이로 인한 큰 차이를 발견
 - 2050년까지 3기 신도시의 계획인구 수를 고정하여 반영함에 따라 인구구조 변화를 세밀하게 반영하지 못한 점이 연구의 한계로 지적
- (향후 과제) 전기차의 보급 확대에 따라 향후 도시 내 전력수요가 급증할 것으로 예상됨에 따라 전력수급 대응방안의 연구가 필요할 것으로 예상
 - “연료전지와 같이 자체 전력생산을 통한 전력거래 플랫폼의 활성화 방안”이나 “전기차 배터리를 활용한 충전전력의 재활용을 위한 전력 그리드 사업” 등의 연구가 향후 추진해야 할 과제로 사료됨 ●●

이용자중심의 광역대중교통 도입방안 구상



김태균

LH 토지주택연구원
국토공간연구실
연구위원(연구책임)

참여연구원

신도겸 LH 토지주택연구원 수석연구원
박지은 LH 토지주택연구원 주임연구원

연구배경 및 목적

신도시 및 대규모 택지개발사업에 있어서 사업지구와 주변지역과 연계되는 광역교통체계는 승용차위주의 개인교통보다는 대중교통중심 교통 체계에 무게중심을 두고 있으며, 그 중요성은 지속적으로 강조되어 오고 있다.

5대광역권 중, 수도권의 경우, 최고 양질의 광역 대중교통서비스가 제공되고 있음에도 불구하고 폭증하는 교통수요로 인해 지속적인 대중교통 서비스의 개선을 요구받아 오고 있으며, GTX 등과 같은 고속화된 교통수단을 통한 새로운 접근의 광역대중교통 계획을 수립하고 있다. 그러나 광역대중교통수립에 있어 수도권에 비해 상대적으로 교통수요가 적은 비수도권 광역권에서는 투입비용을 최소화하는 방향으로 계획을 수립하고 있다.

비수도권의 광역권에서는 다양한 대중교통수단 제공을 통해 광역대중교통 서비스를 제공하는 도로중심의 지역간 버스를 운영하는 사례가 매우 높아 광역통행에 있어서 수도권에 비해 승용차 부담율이 매우 높아지고 있는 실정이다.

정부는 지속적으로 국가주도형 R&D사업을 통해 다양한 교통수단의 개발 및 대중 교통수단으로 도입을 추진해 오고 있으며, 자율주행에 대한 기술발전과 함께 새로운 교통수단의 니즈도 증가하는 추세이다. 따라서 이러한 변화에 발맞춰 스마트 교통수단을 통한 다양한 대중교통수단 제공으로 이용자서비스 제고가 필요하며 도로중심의 과도한 투자를 지양해야 할 필요가 있다

이에 본 연구에서는 대전광역권을 사례로 이용자중심의 광역대중교통체계 도입 방향을 구상하고자 한다.

광역대중교통의 수립방향

광역교통계획의 수립목적은 대도시생활권 확장으로 인근도시와 연계된 광역권의 효율적이고 통합된 교통체계 구축을 하는데 그 목적을 가진다.

이와 관련하여 「대도시권 광역대중교통 관리에 관한 특별법」은 대도시의 생활권 확장으로 나타나는 대도시 - 인근도시간 교통문제 해결과 하나의 교통권역을 통한 교통체계 구축의 필요성이 제기됨에 따라 이를 효과적으로 수행할 수 있는 법률적인 제도 마련이라 볼 수 있다.

- ① 대도시권 범위 : 수도권, 부산·울산권, 대구권, 대전권, 광주권
- ② 적용 교통시설 : 광역도로, 도시철도 및 과역철도, 공영차고지, 화물자동차 휴게소

따라서 광역대중교통은 광역교통 기본계획에 의해 수립되며, 각 연차별로 계획의 방향을 수립하고 있다.

- ① 1차년도 기본계획 : 광역교통망 확대, 대중교통 이용 활성화, 운영효율성 제고, 광역교통정책 추진의 주요추진 목표 설정
- ② 2차년도 기본계획 : 저출산 고령화, 생활권의 광역화, 생활패턴 변화 등 가치관의 변화, 자율주행과 모빌리티 혁신 등 기술 변화, 탄소중립 등 기후변화 대응의 4가지 미래 방향을 반영하여 목표 설정

대전광역권의 광역대중교통 수립방향은 크게 충청권 광역대중교통계획과 대전세종권 광역대중교통계획을 복합화하여 볼 필요가 있다.

◎ 충청권 광역대중교통계획

- ① 광역중심도시(대전, 세종, 청주, 내포, 천안)를 광역 기초도시로 중심지 체계를 설정
- ② 행복도시권의 광역적 거점기능 수행, 국가균형발전, 권역내 동반성장 견인 등 역할 수행
- ③ 광역중심도시 주변은 환상형 교통축, 중심도시와 주변도시간은 방사형 교통축 구축 구상
- ④ 광역교통망 형성, 친환경·스마트 교통체계 구축, 광역교통 관리체계 구축 등을 기본방향

◎ 대전세종권 광역대중교통계획

- ① 도로망 : 대덕특구 - 연서면 연결 광역도로 건설로 대전-세종 간 광역도로의 혼잡 완화 및 세종시 우회 도로 기능 확보
- ② 광역철도 : 계룡, 신탄진, 세종, 조치원, 옥천, 청주공항, 공주, 아산, 삽교 등을 연결하는 노선을 계획
- ③ 광역BRT : 세종시를 중심으로 천안, 공주, 조치원 등과 연결하여 광역 BRT 사업 추진 중

스마트 교통수단 소개 및 도입사례

스마트 교통수단은 시스템의 특성, 이용자의 특성 등 시스템 적용에 필요한 다양한 요인에 따라 그 유형을 구분할 수 있다. 이에 본 연구에서는 시스템을 크게 궤도기반과 비궤도기반으로 구분하여 시스템검토 및 적용사례를 통해 광역대중교통 수단으로서 적용가능성을 검토하고자 하였다.

궤도기반 교통수단 소개 및 도입사례

궤도기반 교통수단은 철도시스템을 연상할 수 있는데 대표적인 시스템유형으로 전기동력식분산열차(EMU), 중량전철, 경전철, 모노레일, 자기부상열차, 트램 등을 들 수 있다.

전기동력식분산열차(EMU)는 주로 단거리 도시통근열차로 적용 유리한 시스템이다.



그림-1 EMU-200(좌), EMU-260(우)

- ❶ EMU-200 : 수도권 광역급행철도인 GTX-A, B, C 노선에 투입될 계획
- ❷ EMU-260 : KTX-이음으로 경춘선, 경강선, 중앙선등지에 적용되는 준고속열차

중량전철은 주로 도시철도로 자주 사용되고 있는 철도시스템으로 국내에서는 대표적으로 서울지하철 1~9호선에서 운영되고 있으며, 해외에서는 크로스 레일(영국 - 런던), 일 드 프랑스(프랑스 - 파리) 등을 들 수 있다.

경전철은 중량전철 대비 수요가 적은 도시에서 주로 활용이 가능하며, 시스템 유형은 철제차륜과 고무차륜으로 구분할 수 있다.

- ❶ 철제차륜 : 신분당선 DX라인, 용인 에버리인, 밴쿠버 스카이트레인(미국)
- ❷ 고무차륜 : 부산지하철 4호선, 의정부 경전철, 유리카 모메(일본)



그림-2 경전철-철제차륜(좌), 경전철-고무차륜(우)

모노레일은 거더궤도를 활용하여 가좌 및 현수식 형태로 운영하는 시스템으로 국내에서는 대구에서 운영되고 있으며, 해외에서는 주로 일본에서 운영하고 있다.

자기부상열차는 중량전철에 비해 유지보수비용이 저렴하며, 고속주행이 가능하다.

- ❶ 국내사례 : 인천공항 자기부상철도
- ❷ 해외사례 : 상해 푸둥공항 자기부상 철도(중국)

트램은 도로에 궤도를 설치하여 운행하는 시스템으로 20C이후 주류 교통수단은 아니었으나 기술발전 이후 주목받고 있는 시스템이며, 전통적인 방식 이외에 무가선 트램, 수소트램, 트램 트레인 등을 꼽을 수 있다.

- ❶ 무가선 트램 : 니스 무가선 트램(프랑스)
- ❷ 수소트램 : Coradia iLint(독일)
- ❸ 트램 트레인 : 칼스루에(독일), 가오슝 첩운 순환선(대만), 아와무로토 시사이드 라인(일본)



그림-3 모노레일(상좌), 자기부상 열차(상우), 무기선 트램(하좌) 트램 트레인(하우)

비궤도기반 교통수단 소개 및 도입사례

비궤도기반 시스템은 주로 기존도로를 공유하는 시스템이 주류를 이루며 간선 급행버스(BRT), 자율주행차량, 수소버스, PRT, UAM 등을 들 수 있다.

간선급행버스(BRT)는 국내에서도 주로 이용되고 있는 급행버스체계로 해외에서도 대중교통의 한축으로 그 역할을 담당하고 있다.

자율주행차량은 무인운전을 기반으로 운행하고 있으므로 운영비용 비용절감 효과 및 도로효율 증가가 기대되는 시스템이다. 국내에서는 시내버스(판교, 서울), 광역버스(세종),셔틀버스(서울, 세종, 대구, 판교)를 운행 중에 있다.

수소버스는 수소연료전지를 기반으로 운행하는 버스로서 세계 각국에서 추진 중에 있으며, 유럽각국에서는 수소전기버스 시범운행 도시 네트워크를 확장할 계획이다.

PRT(Personal Rapid Transit)의 경우, 타 시스템과는 달리 개인교통을 기반으로 개발



그림-4 자율주행 시내버스(좌), 셔틀버스(우)



그림-5 PRT 스카이 큐브(좌), 무인자동 미니트램(우)

되었으며, 연계교통수단이나 DRT(수요대응형 교통체계)로의 기능이 보다 효과적일 것으로 예상된다. 국내에서는 순천만 스카이 큐브가 운행 중에 있으며, 무인자동 미니트램(한국철도기술 연구원)도 개발되었다.

UAM(Urban Air Mobility)의 경우, 최근 들어 많은 각광을 받고 있는 도심형 항공교통시스템으로 2020년 6월, 국토교통부는 K-UAM 로드맵을 발표하였다.

광역대중교통 이용자 선호도 분석

본 연구에서는 대전광역시권 광역대중교통 이용자의 이용여건 및 이용자 니즈에 대한 선호도 조사를 통해 이용활성화를 개선방안을 모색하고자 하였다.

이용자 선호도 조사는 크게 통행실태조사, 신교통수단 선호도, 광역버스 좌석 공간에 대한 편의성 조사로 수행하였다.

- ① 통행실태조사 : 통행실태(통행횟수, 목적, 시간, 비용 등), 버스이용 시 버스 내 혼잡도, 이용 시 불편사항, 승용차 이용 시 불편사항
- ② 광역버스 좌석공간 부문 : 좌석공간 만족도, 우등버스수준 좌석공간 마련 시 추가 지불의향 범위 조사
- ③ 신교통수단 선호도 조사

설문대상은 대전광역시권 광역통행을 하는 대전광역시 거주자를 대상으로 1:1 면접조사를 수행하였으며, 유효표본은 513부 획득하였다.

이용자 통행실태 및 광역버스 좌석공간 만족도 분석

이용자 이용실태 분석결과를 살펴보면, 최근 1개월 동안 1순위 방문지역 방문정도는 '3~4회'(28.3%)가 가장 높게 나타났다.

또한 1순위 방문지역의 수단별 통행시간 및 통행비용 분석결과를 살펴보면 승용차는

총 통행시간 평균 37.9분, 편도 통행비용 5,016.5원으로 분석되었으며, 버스는 총 통행시간 평균 68.1분, 편도 통행비용 2,086.7원으로 분석되었다.

1순위 방문지역으로 통행 시, 버스 혼잡도는 전반적으로 여유공간이 있는 것으로 분석되었다. 승용차 통행시 불편사항은 정체, 버스의 경우 통행시간이 긴 것이 가장 높게 나타났다.

버스의 좌석공간 만족도는 80%수준이 만족하는 것으로 나타났으며, 우등버스 도입 시, 추가요금에 대한 지불의사는 500원 미만으로 나타났다.

신교통수단 도입에 따른 수단선택모형 추정

본 분석에서는 신교통수단 도입에 따른 수단선택모형을 개발하였는데 추정결과를 살펴보면 각 유형별로 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 또한 추정모형에 따른 각 수단별 분담을 추정결과를 살펴보면, 모든 유형에 승용차 분담율이 50%이상으로 추정되었다.

- ① 전체구간 : 승용차 71.4%, 신교통수단 14.4%, 버스 14.2%
- ② 대전-세종 : 승용차 57.4%, 버스 24.9%, 신교통수단 16.7%
- ③ 세종-청주 : 승용차 90.6%, 버스 4.7%, 신교통수단 4.7%
- ④ 세종-오송 : 승용차 81.1%, 버스 11.2%, 신교통수단 7.7%
- ⑤ 청주-오송 : 승용차 73.3%, 버스 14.6%, 신교통수단 12.1%

주차요금 및 신교통수단 통행시간 단축에 따른 분담율 변화

주차요금에 따른 수단선택 변화를 살펴보면, 세종-오송 통행이 다른 통행구간에 비해 매우 민감하게 반응하였다. 신교통수단 통행시간 단축에 따른 수단선택 변화는 전체적으로 변화가 적은 것으로 분석되었다. 따라서 신교통수단의 전환이 승용차보다는 버스에서 전환하는 비율이 높은 것으로 판단된다. 또한 주차요금/신교통수단 통행시간 변화에 따른 수단선택 변화는 다른 지역간 통행에 비해 주차요금/신교통수단 통행시간 변화 시, 대중교통에 대한 선택효과가 높은 것으로 분석되었다.

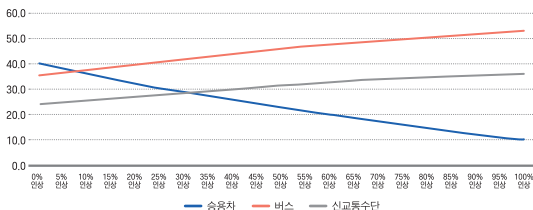


그림-6 주차요금 변화에 따른 세종-오송 구간 통행 시 수단선택 변화

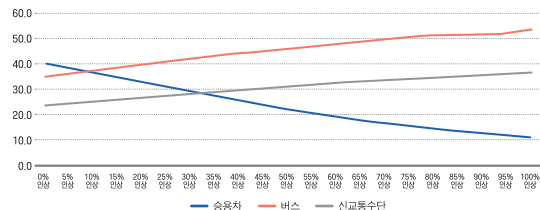


그림-7 주차요금/통행시간 변화에 따른 세종-오송 구간 통행 시 수단선택 변화

이용자중심의 광역대중교통 개선방향

본 연구에서는 개선방향의 일환으로 대전광역권에 대해 충청권 광역철도계획, 스마트 교통수단, 용도복합 등을 고려한 교통체계 및 시설개선을 통한 이용자활성화 방안을 제시하고자 하였다.

대전·세종광역권 중심의 광역대중교통망 구상

대전광역권의 광역대중교통체계는 충청권의 광역철도망을 기반으로 하는 계획과 기존 공로망을 기반으로 하는 계획으로 구상하고 있다.

광역철도망 기반계획은 충청권 광역철도망 계획, 충남내륙철도계획을 복합적으로 연계한 계획



그림-8 충청권 철도계획을 고려한 연계 노선망 구상

자료 : 김형철(2023), 충남의 광역교통 현재와 미래, 대한교통학회 대전세종충청정치회 추계학술세미나. 자료 재작성

추진이 필요하며, 부분적인 노선수정은 불가피할 것으로 판단된다.

또한 기존 공로망기반 계획은 각 도시의 주요 거점민을 연결하는 광역급행버스의 도입이 필요한 것으로 판단된다.

광역대중교통 이용활성화를 위한 시스템 검토 및 시설 개선 방안

스마트 교통수단의 활용을 위해서는 독립노선과 공유노선을 운영하는 방안으로 구분할 수 있으며, 연계교통수단의 도입을 함께 고려해야 한다.

- ① 독립노선 : 광역철도(EMU 시스템), 도시철도(중량전철, 경전철, 자기부상, 트램)
- ② 공유노선 : 트램계열의 시스템, BRT 시스템
- ③ 연계수단 : 자율주행 버스(셔틀), PRT, 미니트램, PM 등

거점지역의 주요정류장에 대해서는 이용자 편의를 위해 기능강화방안을 모색할 필요가 있다.

- ① 복합환승 : 반석역, 세종고속터미널, 오송역, 청주공항
- ② 용도복합 : 세종고속터미널, 정부세종청사 정류장 ●●

LHRI 대내외 행사 소식

세미나



LHRI-(사)대한국토·도시계획학회 주거정비사업 공동세미나

주제 : 다변화된 주거정비사업의 최근 이슈 및 발전방안

일시 : 2024.04.19.(금) 14:30~16:50

장소 : 한국과학기술회관 1관 602호



LHRI-한국도시계획가협회 인구감소대응 공동세미나

주제 : 인구감소시대의 도시계획적 과제

일시 : 2024.04.29.(월) 15:00~17:00

장소 : LH 서울지역본부 2층 대회의실

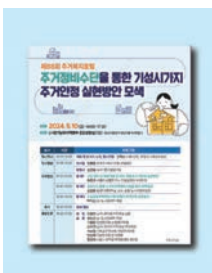


LHRI-(사)대한국토·도시계획학회 지역활성화 특별세션

주제 : 인구감소시대 지역활성화 방안

일시 : 2024.05.09.(화) 13:20~15:00

장소 : 한국과학기술회관 중회의실2



LHRI-(사)한국주거복지포럼 제88회 주거복지포럼

주제 : 주거정비수단을 통한 기성시까지 주거안정 실현방안 모색

일시 : 2024.05.10.(금) 14:00~17:30

장소 : LH 경기남부지역본부 3층 종합상황실



LHRI-(사)한국부동산분석학회 대체투자위원회 특별세션

주제 : 부동산시장과 정책의 미래

일시 : 2024.05.25.(토) 14:30~17:30

장소 : 서울시립대학교 자연과학관

LHRI 대내외 행사 소식

세미나

**LHRI-(사)한국주거복지포럼 제89회 대토론회**

주제 : 주택임대차시장 안정화를 위한 주거복지 정책 제언

일시 : 2024.05.29.(수) 14:00~17:30

장소 : LH 경기남부지역본부 3층 종합상황실

**LHRI-부산·울산·경남연구원 제2회 지역균형발전포럼**

주제 : 부·울·경 초광역 협력을 통한 지역발전 방안

일시 : 2024.06.18.(화) 14:00~16:00

장소 : 경남연구원 대회의실

**LHRI-세종특별자치시 제로에너지 기술 공동세미나**

주제 : 제로에너지 공동주택이란?

일시 : 2024.06.26.(수) 12:00~15:10

장소 : 세종비스커넥트센터 대회의실

**LHRI 매입 임대주택 정책토론회**

주제 : 매입임대주택 정책 효과 및 합리적 공급방안

일시 : 2024.07.16.(화) 14:00~17:00

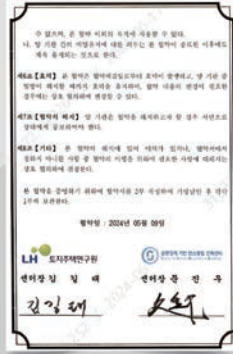
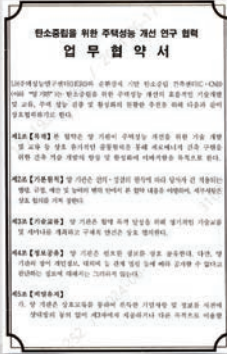
장소 : LH서울지역본부 2층 대강당

**LHRI(청년주택추진단)-(사)대한국토·도시계획학회 공동세미나**

주제 : 청년주거문제 진단 및 해법 모색을 통한 청년주택 발전방안

일시 : 2024.07.26.(금) 15:00~17:30

장소 : 양재 aT센터 4층 창조룸



LHRI(주택성능연구센터) - C·CNB(탄소중립 건축센터) 업무협약 체결

일시 : 2024.05.09.(목) 14:00~12:00

장소 : 중앙대학교 서울캠퍼스 208관 126호

기간 : 2024.05.09 ~ 2030.02.28(5년 10개월)

목적 : 주택성능 개선의 효율적인 기술 개발을 통해
건물 에너지 자립 및 탄소중립 구현 체계 마련을
위한 협약체계 구축

LHRI 간행물 발간 소식

간행물



토지주택연구 56호(Vol. 15, No. 2) Land and Housing Review

◎ 토지주택연구원 대표 간행물로서, LHRI 연구성과에 대한 홍보 및 우수논문 제공을 통해 LHRI의 대내외 연구역량 강화에 기여

- 건축분과 특집호로 발간
 - 탄소중립을 위한 제로에너지건축 및 그린리모델링 관련 4편 게재
- 국토·도시·부동산 관련 정책·제도 분야 논문 5편 게재
- 토목 관련 기술분야 논문 1편 게재

※ 토지주택연구는 한국연구재단 등재학술지입니다.



해외개발 Preview 제13호 발간 "폴란드"

◎ 해외 도시개발, 산업단지, 부동산개발 분야 진출을 위한 기초 정보 소개 공유 정보지

- 폴란드(Poland)의 행정·경제·정치·사회·산업 등 국가전반에 대한 기초자료를 제시하고 사업여건, 주요제도, 개발사례 등에 대해 소개



LHRI focus 29-35호 발간 및 이메일링 서비스

◎ 부동산 현안에 대한 화두를 제시하고 깊이 있는 해결책을 제시하는 '이슈(Issues)'와 LH 토지주택연구원 활동성과를 독자 눈높이에 맞춰 쉽게 전달하고 관련 정보를 종합적으로 제공하는 '리포트(Report)'로 구성

- 29호 N분생활권 조성을 위한 정책 및 전략 / 30특집호 수도권 내 거주지 이동 패턴 변화
31호 지속가능한 도시재생 성과평가 방향성과 전략 / 32호 주택유지보수 대국민 서비스 플랫폼 / 33호 감염병에 안전한 공동주택 / 34호 AI 스마트하우징 및 로봇배송 / 35호 노후 계획도시 동향 및 진단

토지주택연구원 완료 연구과제 2024.05~2024.07

연구실	과제유형	연구과제명	연구책임
주택주거연구실	수시	LH 모듈러주택 표준 평면의 확대 방안	이지은
	수시	노후 매입임대주택의 중장기 정비전략 연구	권혁삼
건설기술연구실	정기	순환골재 품질 확보 및 활용성 증대를 위한 정책제안 방안 연구	정종석
	수시	공동주택 비화재보 저감을 위한 아날로그감지기의 실효성 제고 방안 연구	안현성
	수시	단지공사 흙쌓기 시공 / 품질관리 방안	박종배

연구실	과제유형	연구과제명	연구책임
국토공간연구실	수시	공동주택 지하주차장 전기차 화재 안전을 위한 개선방안 연구	변완희
	수시	정비사업 순환정비방식 고도화 및 노후계획도시 적용방안	임정민
	수시	남북 그린데탕트 실현을 위한 접경지역 사업 구상 연구	최대식
	수시	글로벌 산업클러스터 구축방안 연구	이상헌

LH 토지주택연구원 보고서는 토지주택연구원 홈페이지(lhri.lh.or.kr) 및 LH 홈페이지 경영공시
<http://www.alio.go.kr/popSusi.do?apbald=C0396&reportFormRootNo=B1040>에서 확인하실 수 있습니다.

지난 호 목록



Vol.1 2010.7



Vol.2 2010.10



Vol.3 2011.1



Vol.4 2011.4



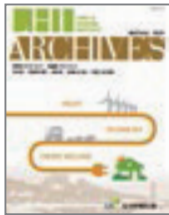
Vol.5 2011.7



Vol.6 2011.10



Vol.7 2012.1



Vol.8 2012.4



Vol.9 2012.7



Vol.10 2012.10



Vol.11 2013.1



Vol.12 2013.4



Vol.13 2013.7



Vol.14 2013.10



Vol.15 2014.1



Vol.16 2014.4



Vol.17 2014.7



Vol.18 2014.10



Vol.19 2015.1



Vol.20 2015.5



Vol.21 2015.8



Vol.22 2015.12



Vol.23 2016.5



Vol.24 2016.8



Vol.25 2016.12



Vol.26 2017.8



Vol.27 2017.10



Vol.28 2018.1



Vol.29 2018.6



Vol.30 2018.8



지난 호는 표지 QR코드를 스캔하시거나
<http://lhri.lh.or.kr>에 접속하여 읽어보실 수 있습니다.



Vol.31 2018.12



Vol.32 2019.2



Vol.33 2019.4



Vol.34 2019.7



Vol.35 2019.10



Vol.36 2020.1



Vol.37 2020.4



Vol.38 2020.7



Vol.39 2020.10



Vol.40 2021.1



Vol.41 2021.4



Vol.42 2021.7



Vol.43 2021.10



Vol.44 2022.1



Vol.45 2022.4



Vol.46 2022.7



Vol.47 2022.10



Vol.48 2023.1



Vol.49 2023.4



Vol.50 2023.7



Vol.51 2023.10



Vol.52 2024.1



Vol.53 2024.4

한국토지주택공사

탄소 배출은 줄이면서 친환경 에너지를 만들고
맑은 하천과 공원이 어우러진 도시를 만들면 어떨까요

에너지 소비를 줄인 주택을 지어 주거부담을 낮추고
누구나 안정적인 삶을 살 수 있도록 지원해 준다면 어떨까요

ESG로 만들어가는 따뜻한 세상
내가 앞장서겠습니다



나에겐 든든한 LH가 있습니다

자전거를 처음 타던 날

비틀거리는 자전거를 꼭 잡아주던

든든한 당신이 있어 잘 달릴 수 있었습니다

더 나은 삶을 향해 걱정 없이 달릴 수 있도록

국민의 주거안정을 위해 LH가 함께 하겠습니다



LH 한국도지주택공사



테마

미래 모빌리티가 바꾸는 이동, 도시, 삶
자율주행자동차(AV)와 도시와 주택의 미래
실시간 수요대응형 자율주행 대중교통 모빌리티 서비스
UAM과 스마트 도시: 공중 교통의 미래와 도시 변화
지능형 로봇 기술의 발전에 따른 미래 교통환경의 변화

리포트

모빌리티 혁신에 따른 3기 신도시 미래 교통서비스 전망
모빌리티 기술이 바꾸는 건축공간의 변화 사례
공동주택 지하주차장 전기차 화채 대응전략
전문가 인터뷰 : 국토교통부 모빌리티자동차국 모빌리티총괄 방현하 과장
트렌드키워드
Insight 추천도서

연구원 동향

신도시 전기차 충전시설 공급기준 및 복합충전시설 기본 구상 연구
이용자중심의 광역대중교통 도입방안 구상
LHRI 대내외 행사·간행물 발간 소식
LH 토지주택연구원 완료 연구과제 2024.05~2024.07

