

해외출장  
보고서

스마트도시 활성화를 위한  
건축·도시공간정책 지원 사업

## 싱가포르 스마트 건축·도시 기술·서비스 관계자 인터뷰 및 현장 답사

2023.08.21 - 08.25  
싱가포르

남성우 부연구위원, 김신성 연구원

# 목 차

## I. 출장개요 및 세부일정

1. 출장개요
2. 출장목적
3. 출장 주요내용
4. 출장 세부일정

## II. 세부 수행내용

1. 싱가포르 현대건설 지사 방문 인터뷰
2. Skyports 싱가포르 지사 방문 인터뷰
3. 창이국제공항 로봇 운용 사례조사
4. 싱가포르 로봇 기업(OTSAW)의 로봇 양산 제품 및 건축·도시 공간 서비스 사례 조사 및 인터뷰
5. 싱가포르 도시재개발청(Urban Redevelopment Authority) 방문 및 스마트 도시계획·설계 및 개발과 발전전략 조사
6. 싱가포르 스마트 건축도시 정책 및 스마트+빌딩 추진 방향에 대한 인터뷰
7. 싱가포르 스마트 시티 추진에 따른 교훈 및 한국 스마트시티 추진 방향에 대한 인터뷰

## III. 출장에 따른 시사점

# I. 출장개요 및 세부일정

## 1. 출장개요

- 일시 : 2023. 8. 21 ~ 8. 25 (4박 5일)
- 출장지역 : 싱가포르

## 2. 출장목적

- 스마트+빌딩 대표 융복합 기술인 UAM, 로봇 관련 정책·사업 현장 조사
  - (UAM) 세계 최초로 추진한 도심 UAM 비행 실증사업에 대한 현장 조사 및 싱가포르 정부 정책 파악
  - (로봇) 병원, 공항, 호텔 등 다양한 건축물에서 운용중인 로봇 기술 선진 사례 조사 및 건축물 특화 적용 현장 조사
- 빅데이터·4차산업혁명 기술 활용 스마트 도시관리 기관 방문 및 사례지 현장 조사
  - 스마트시티 고도화를 위한 디지털·빅데이터 기반 스마트시티 추진 기관 방문 및 정책 담당자 면담
  - 스마트시티를 목표로 한 뉴타운, 중심업무지역 등 도시개발 프로젝트 사례지 현장조사
- 싱가포르 스마트+빌딩 및 시티 관련 공공·민간 기관과의 신규 네트워크 구축
  - (스마트+빌딩) 스마트+빌딩 핵심기술 사업추진 기업 및 지원 기관과의 네트워크 구축
  - (스마트시티) 스마트시티 선진사례인 싱가포르 스마트환경 조성 담당 기관들과의 네트워크 구축

## 3. 출장 주요내용

- 스마트+빌딩 관련 싱가포르 UAM, 로봇 산업 기술 현장 조사 및 건축물 적용 방향에 대한 전문가 자문 의견수렴
  - 버티포트 사업을 추진하는 Skyports사의 싱가포르 버티포트 설치 및 실증 성과에 대한 자문회의
  - 싱가포르 창이국제공항에서 운용 중인 순찰로봇인 'Robocop(스마트 로봇경찰)' 및 'Parking enforcement 로봇' 현장 조사
  - OTSAW 기업의 의료, 배달, 시큐리티 등 서비스 가능한 로봇 제품 사례 조사 및 병원, 오피스, 상업건물 내 서비스 운용을 위해 요구되는 기술, 시스템, 인프라, 공간 등에 대한 자문

- 싱가포르 스마트네이션 정책 추진에 따른 중장기 건축도시의 스마트 공간 전환 로드맵 논의 및 교통 모빌리티로서 UAM, 자율주행차에 대한 싱가포르에서의 활용 및 비전에 대한 토의 및 자문
- 스마트도시 관련 싱가포르 스마트네이션 정책 수립 및 이행 전략에 대한 도시개발 현장 조사 및 전문가 자문 의견수렴
  - 싱가포르 국가 도시개발 정책 전반 자문 및 풍골 스마트타운 사업 등 스마트 도시개발사업 현장 조사
  - URA의 건축 프로그램을 참여하여 싱가포르 도시 역사, 도시 개발사, 도시개발 방향인 스마트네이션에 대한 정책 파악
  - 싱가포르 Smart Nation, White Zone 등 스마트시티와 도시계획 정책에 대한 질의 응답, 모빌리티(UAM, Robot, Vehicle) 등 공간 기반 혁신 기술들을 고려한 도시건축 공간구조 및 디자인 발전 방향에 대한 자문



#### 4. 출장 세부일정

일 자	현지시간	출발지	도착지	일 정	비고
8/21(월)	05:02-08:05 (3h 3m)	세종	인천	공항 이동	공항버스
	10:50-16:00 (6h 10m)	인천	싱가포르	출국	인천공항 T2 KE643
	16:00-18:00	싱가포르		숙소 이동	석식
8/22(화)	오전	싱가포르		•싱가포르 현대건설 지사 방문 인터뷰	자문회의
	오후	싱가포르		•Skyports 싱가포르 지사 방문 인터뷰	자문회의
8/23(수)	오전	싱가포르		•창이국제공항 로봇 운용 사례조사	현장조사
	오후	싱가포르		•싱가포르 로봇 기업(OTSAW)의 로봇 양산 제품 및 건축·도시 공간 서비스 사례 조사 및 인터뷰	자문회의
8/24(목)	오전	싱가포르		•싱가포르 도시재개발청(Urban Redevelopment Authority) 방문 및 스마트 도시계획·설계 및 개발과 발전전략 조사	현장조사
	오후	싱가포르		•싱가포르 스마트 건축도시 정책 및 스마트+빌딩 추진 방향에 대한 인터뷰	자문회의
	오후	싱가포르		•싱가포르 스마트 시티 추진에 따른 교훈 및 한국 스마트시티 추진 방향에 대한 인터뷰	자문회의
8/25(금)	오전	싱가포르		공항 이동	(조식)
	11:00-18:35 (6h 35m)	싱가포르	인천	귀국	인천공항 T2 KE648
	19:50-22:17 (2h 30m)	인천	세종	세종 이동	공항버스

## II. 세부 수행내용

### ① 싱가포르 현대건설 지사 방문 인터뷰

#### 1) 회의 개요

- 일시: 8월 22일(화) 09:30
- 장소: 현대건설 싱가포르 지사 회의실 / 9 Temasek Boulevard #09-05 Suntec Tower Two Singapore 038989
- 목적: 싱가포르 국가 도시개발 정책 전반 자문 및 풍골 스마트타운 사업 등 스마트 도시개발사업 현장 조사
- 참석자: 4 인
  - 기관담당자: 안학균 지사장, 이재중 매니저
  - AURI: 남성우 부연구위원, 김신성 연구원



[그림 1] 현대건설 싱가포르 지사에서 회의 사진  
출처: 연구진 직접 촬영

#### 2) 회의 내용

##### □ 싱가포르의 스마트 도시개발 사업 추진 현황 논의

- 싱가포르의 'Smart Nation'은 총리가 관장하는 국가적 프로젝트로 강력한 추진력을 바탕으로 체계적으로 추진
- 국가 전체를 디지털 트윈으로 구축하는 'Virtual Singapore'를 구축하기 위해 현재 싱가포르에서 건설되는 대부분의 건축물들이 BIM 설계를 적용

- ‘주룡 이노베이션 디스트릭트’에서는 물류 지하화(District Logistics Network) 구상을 포함하여 District Cooling Plant & Outdoor Cooling System, Renewable Energy Systems, Hub Parkings 등 혁신적인 공간들을 조성하는 계획 수립 중



[그림 2] Punggol 스마트타운 도시개발사업 공사 현장(좌) 및 Punggol North Shore 주거지역 수변 프로미나드 현황(우)

출처: JTC(2022), Bulim Phase 2 Infra Works, New Estates Division 1



[그림 3] Punggol 스마트타운 도시개발사업 공사 현장(좌) 및 Punggol North Shore 주거지역 수변 프로미나드 현황(우)

출처: 연구진 직접 촬영

## □ 싱가포르의 국가 차원 도시 개발 현황 토의

- 싱가포르는 섬 영토를 넓히기 위해 지속적인 대규모 토목프로젝트로서 매립사업이 진행중
  - 마리나베이, 창이공항, 남부-서부 지역의 항만 등은 모두 매립하여 만들어진 새로운 토지들임
- 싱가포르의 주거 건축은 서민들이 거주하는 HDB 공공임대주택과, 고급 콘도미니엄으로 구분

- Alexandra Road에 위치한 개발사업은 변전소를 지중화하고 지상으로 오피스 개발을 추진한 프로젝트
- URA 지침으로 건축물의 의무 녹화 비율을 설정하고 있어 주거, 오피스 건축물의 녹화 부분이 많은 것이 특징

2	<b>Awards</b> • Number of relevant BCA and MOM official awards attained by Tenderer in the past ten (10) years; points shall be awarded if the following awards are achieved:	<b>EVALUATION SOURCE</b>	<b>DOCUMENTS TO BE SUBMITTED</b>
a	• BCA Green and Gracious Builder Award • BCA Construction Excellence Award • WSH Workplace Safety and Health Award • BCA BIM Award • BCA Construction Productivity Award or its equivalent		a) Evaluation Criteria Form b) Certificate(s) obtained for relevant projects
3	<b>Safety Performance</b>		
a	• Safety Performance Demerit Points based on current MOM Demerit Point System	Ministry of Manpower records	Evaluation Criteria Form
b	• No. of building projects completed over last 5 years with ConSASS audited score with Total Element score of 75% and above in bands III/IV		Evaluation Criteria Form

[그림 4] Punggol Digital District 공사 민간 발주 공고 중 기업에게 요구하고 있는 Green, BIM 등 수상 자격 항목

출처: JTC(2018), Pre Tender Briefing on CCI, CC2, CC3 at Punggol Digital District, 13.July.2018

## ② Skyports 싱가포르 지사 방문 인터뷰

### 1) 회의 개요

- 일시: 8월 22일(화) 15:00
- 장소: Skyports 싱가포르 지사 사무소 / 700 W Camp Rd, JTC Aviation One, Singapore 797649
- 목적: 버티포트 사업을 추진하는 Skyports사의 싱가포르 버티포트 설치 및 실증 성과에 대한 자문회의
- 참석자: 4 인
  - 기관담당자: Yun Yuan Tay(Head of Asia Pacific), Li Hui NG(Infrastructure Manager)
  - AURI: 남성우 부연구위원, 김신성 연구원





[그림 5] Skyports 싱가포르 지사에서 회의 사진  
출처: 연구진 직접 촬영

## 2) 회의 내용

### □ Skyports의 버티포트 사업추진 경과

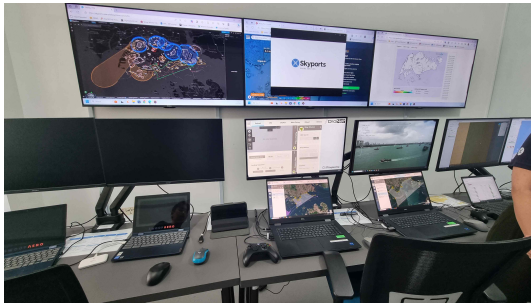
- Skyports사는 end-to-end 버티포트 솔루션을 제공하는 개발·운영자로, 항공사, 기체제작사를 고객으로 하며 효율적이고 안전한 AAM 인프라 네트워크 구축을 목적으로 비즈니스를 수행하는 항공인프라 전문 기업
- Network 및 부지계획, 버티포트 계획 및 설계, 버티포트 시스템 및 운영을 기반으로 사업 추진



[그림 8] 좌) Skyports사의 비즈니스 전문성 영역  
출처: 스카이포츠사 제공자료. Skyports Overview, August 2023

- Skyports사는 영국에 본사를 두고 있으며, 싱가포르 지사는 2020년도부터 설치 운영
- 현재 드론을 활용한 배송 비즈니스를 중심으로 사업을 추진하고 있음
- 드론은 배송 뿐만아니라 섬주변 해안의 surveillance(감시) 등의 임무를 수행

- 2019년 Volocopter사의 UAM 실증 프로젝트는 싱가포르에서 처음으로 실시한 한시적인 프로젝트로 진행된 사항임



[그림 9] 좌) Skyports 싱가포르 지사의 드론 비즈니스를 위한 관제 센터 / 우) '19년에 싱가포르에서 구현한 도심 UAM 실증 운항을 위한 버티포트  
출처: 좌) 연구진 직접 촬영 / 우) Skyports 홈페이지

- Skyports는 도심의 공간적 문제, 비용적 문제에 관심을 가지고 버티포트를 공급하는 데 전략을 수립 중

- 우리가 생각하는 버티포트의 최소 면적은 3천㎡ 이상임

- 버티포트의 설치 입지는 Car park, Shopping mall 등 다양한 빌딩을 활용한 모델들을 제시하고 있음

- 파리, 캘리포니아, 두바이 등 다양한 지역에서 Skyports 프로젝트들을 제안 중



[그림 10] 스카이포트가 글로벌에서 실험중인 스터디 모델: 좌) 두바이 / 우) 파리  
출처: 스카이포트사 제공자료. Skyports Overview, August 2023

## □ 건물 옥상형 버티포트 설치를 위한 의견 수렴

- FAA나 EASA에서 제시하고 있는 버티포트 스탠다드 기준은 도심 건물에서 한계를 보일 수 밖에 없음

- 대용량 고속 충전을 위한 전력 공급 문제, 화재 시 진압 문제, 홍수 범람 문제 등 대응에

한계

- 기체 고장 시 수리 이동 문제, Passenger Terminal 설치 문제 등
- 기존 건축물에 대한 버티포트 설치 문제: 기체 이착륙으로 인한 최대 하중을 3.15Ton으로 이에 대한 적용 필요

## □ 스마트+빌딩 가이드라인에 대한 검토 및 자문 의견

### ○ 조항 13,3 및 테이블 Smart+Building ver1.0: 버티포트 비율

- FAA의 치수를 채택하는 것은 권장하지 않음. 이 치수는 너무 크며, 대부분의 옥상에는 큰 FATO/TLOF를 수용할 충분한 면적이 없기 때문에 버티포트를 건설하는 옵션을 제한할 것임.
- EASA의 정의는 옥상 버티포트에 더 적합하며, 유럽 OEM들은 지침 개발 과정에 참여했으므로 마찬가지로 적용해야 함
- EASA의 안전 영역 정의에 오류가 있습니다. TLOF+0.25D 대신 FATO+0.25D이어야 함

### ○ 조항 13,6

- 사이트의 모양에 따라 버티포트의 모양이나 레이아웃을 정의할 필요는 없다고 사료
- 규칙적인 모양이 없는 일부 사이트는 정의된 레이아웃을 채택하지 못할 수 있음

### ○ 조항 13,7

- 비콘, 운영 모니터링 장비, 날씨 정보 확인 장비를 가이드라인이나 표준으로 규정하는 것은 권장하지 않음. 이것들은 너무 구체적이며 항상 관련이 있지는 않음
- 비콘은 도시 버티포트에 적합하지 않을 수 있음 이름이나 마킹과 같은 버티포트를 식별하는 다른 수단이 있다면 선택사항이 될 수 있음
- 운영 모니터링 장비의 필요성, 예를 들면 ADS-B나 VHF 통신은 버티포트의 운영 개념에 따라 다름. 버티포트는 일반적으로 항공 교통을 모니터링할 책임이 없으므로 ADS-B는 필요하지 않을 수 있음

### ○ 조항 14,2

- 다운워시와 힘주어 착륙의 빈도는 관련이 없음. 문장을 "버티포트의 구조 디자인은 비행기의 착륙으로 인한 다운워시와 동적 하중, 예를 들면 강하게 착륙하는 경우를 고려해야 한다."로 변경하는 것을 제안

○ 조항 16,2

- “항공기 사용자를 위한 별도의 수직 경로를 제공하십시오.” 이것은 이상적이지만, 특히 기존 건물에서는 항상 가능한 것은 아님.
- 현재 옥상으로의 접근이 어떻게 구성되어 있는지에 따라 다를 것임

○ 조항 16,3과 테이블 Smart+Building ver1.0: 시각 비행 규칙

- 장애물 제한은 EASA의 장애물이 없는 볼륨(OFV)도 고려해야 함

○ 조항 17

- 높은 위치의 버티포트에서의 항공기 유지 보수 시설은 제한적이며 사용 가능한 공간에만 적합함

○ 조항 18

- 탈출 바닥이 무엇인지 명확하지 않으며, 바닥에 요구 사항이 있는 경우 런웨이 바닥에 두는 것이 가장 적합하지 않을 수 있음

### ③ 창이국제공항 로봇 운용 사례조사

#### 1) 조사 개요

- 일시: 8월 23일(수) 09:00
- 장소: 창이국제공항의 Jewel Mall 및 Terminal 4 / 60 Airport Blvd, Singapore 819643
- 목적: 싱가포르 창이국제공항에서 운용 중인 순찰로봇인 ‘Robocop(스마트 로봇경찰)’ 및 ‘Parking enforcement 로봇’ 현장 조사
- 현장조사자: 2 인
  - AURI: 남성우 부연구위원, 김신성 연구원

#### 2) 조사 내용

##### □ 창이국제공항 내 스마트 순찰로봇 사례조사



#### ○ Robocop(스마트 로봇 경찰)\_T4 터미널

- 인공지능(AI)과 자율 주행 기술을 기반으로 하며, 도시의 거리를 순찰하고 CCTV 카메라와 연결되어 실시간 영상 분석을 수행하여 이상 징후를 감지
- 약 5년간 테스트 끝에 2023년 4월부터 창이 공항을 순찰하기 위해 2대의 로봇을 도입
- 로봇이 경찰이 도착하기를 기다리는 동안 눈가리개, 사이렌 및 스피커를 사용하여 경계선을 시행하고 구경꾼에게 경고할 수 있으며, 추후 점진적으로 도시 국가 전역에 배치 예정



[그림 11] 창이국제공항에서 운영중인 순찰 로봇

출처: 연구진 직접 촬영(좌)/

<https://edition.cnn.com/2023/06/18/asia/police-robots-singapore-security-intl-hnk/index.html>

### □ 창이국제공항 내 청소 로봇 및 주차 단속로봇 사례조사

#### ○ 창이국제공항 내 청소 로봇\_Jewel Mall

- 창이국제공항에 배치된 자율주행 청소로봇은 스팟 걸레질을 수행하여 습한 곳을 건조시키도록 프로그래밍되어 있으며, Jewel Mall의 많은 관광객들과의 충돌없이 청소 서비스 수행
- 로봇에 부착되어 있는 QR코드를 스캔하거나 가슴 중앙의 버튼(Lionsheart)을 눌러 로봇에게 대화를 시도하거나 명령하는 등 상호 작용 가능
- Mall의 운영시간 마감 후 쇼핑물을 돌아다니며 바닥을 청소하고 걸레질하여 청소인력과 함께 생산성을 향상

#### ○ Parking Enforcement 로봇\_Jewel Mall

- 피터 (Patrol & Traffic Enforcement Robot)는 주얼몰의 로보캡으로서, Jewel의 정문을 따라 순찰하면서 도로변에서 장기간 차량을 정차하는 운전자를 위해 교통 단속 메시지를 선별하고 오디오 권고 경고를 재생
- 이 로봇은 라이브 비디오 스트리밍을 통해 Jewel Smart Operations Center에도 연결



[그림 12] 창이국제공항에서 운영중인 청소 로봇(좌) 및 주차 단속 로봇(우)  
출처: 연구진 직접 촬영

#### ④ 싱가포르 로봇 기업(OTSAW)의 로봇 양산 제품 및 건축·도시 공간 서비스 사례 조사 및 인터뷰

##### 1) 회의 개요

- 일시: 8월 23일(수) 15:00
- 장소: OTSAW 사무소 / 10 Tampines North Drive 4, #01-03 JTC Space@Tampines North, Singapore 528553
- 목적: OTSAW 기업의 의료, 배달, 시큐리티 등 서비스 가능한 로봇 제품 사례 조사 및 병원, 오피스, 상업건물 내 서비스 운용을 위해 요구되는 기술, 시스템, 인프라, 공간 등에 대한 자문
- 현장조사자: 5 인
  - 기관담당자: Kee Wen Dee(Commercial Director), Jay Leo(Robotics Solutions Manager), Cayden Ng(Assistant Manager)
  - AURI: 남성우 부연구위원, 김신성 연구원



[그림 13] OTSAW 사무실에서의 회의 사진  
출처: 연구진 직접 촬영

## 2) 회의 내용

### □ OTSAW 기업 개요 및 개발 서비스 중인 로봇 사례

- OTSAW는 최첨단 기술을 활용하여 보안, 물류, 청소 산업을 위한 맞춤형 로봇 솔루션을 제작
- 싱가포르, 유럽, 미국에 기반을 둔 다양한 팀을 통해 전세계의 고객들에게 시설 관리 솔루션을 제공
- 3D SLAM/매핑, 자율 주행, 센서 퓨전, 인공지능 및 머신 러닝, 인식, 플릿 관리 소프트웨어와 같은 자율 로봇에 중요한 "핵심 기술"을 활용하여 안전이나 품질을 희생하지 않고 효율성을 극대화하는 작업 흐름 제작



[그림 14] OTSAW 기업의 연도별 로봇 개발 과정  
출처: OTSAW Corporate Overview

- O-R3 보안 로봇은 도로, 보도로 및 개방된 공간을 자동으로 순찰하며, 정적 및 동적 장애물을 피하고, 에너지가 소진될 때 기지로 복귀

- 기계 학습 기반의 컴퓨터 비전 감시는 Command Centre에 있는 보안 요원에게 비정상적인 상황을 알리어, 그들이 적절한 조치를 취할 수 있게 함
  - (서비스 장소) 학교 캠퍼스, 공원, 산업시설, 상업공간, 사설 주거지역
- Camello는 배송 로봇으로 기술과 로봇을 활용하여 전자 상거래 산업에서 고객 만족도와 시장 수요를 높이면서 마지막 1마일 배송을 재창조하기 위한 로봇 서비스 제공
- 동시에 인력 문제를 해결하고 물류의 생산성을 향상시키기 위한 해결책 제시
  - (서비스 장소) 주거지역, 리테일, 병원, 창고
- Trans Car는 물자 운송용 로봇으로 수동 노동을 사용하는 것보다 더 나은 작업 흐름을 더 낮은 비용으로 제공
- 경로 시스템 프로그래밍은 중요한 건설 없이 기존 건물 시스템에 쉽게 통합
  - (서비스 장소) 병원 내 병실, 세탁실, 쓰레기처리시설
- O-RX는 방역을 위한 소독 로봇으로 UVC 빛을 사용하여 큰 표면 영역의 소독을 간편하게 해주고, 기존의 청소 방식에서 놓칠 수 있는 곳까지 닿을 수 있음
- 자율 주행과 소독 스케줄 기능 덕분에 O-RX는 개입 없이 작동하고, 충전이 필요할 때 기지로 복귀 가능
  - (서비스 장소) 병원, 쇼핑몰, 호텔, 공항, 오피스



[그림 15] OTSAW 쇼룸에 전시된 로봇 제품  
출처: 연구진 직접 촬영

[표 2] OTSAW 자율주행 로봇의 모델 별 특성

모델	주요 스펙	세부 특성
O-R3 (보안 로봇)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24/7 Physical Presence</li> <li>• Enhanced Security Operations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 360도 video recording</li> <li>• Running time: 6 hours</li> <li>• Video analytics: Detect anomalous objects and situations</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Increased Productivity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Communication: WiFi &amp; 4G/5G</li> <li>· Autonomous: Navigation with intelligent path planning and obstacle avoidance</li> </ul>
Camello (배송 로봇)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Solving Last Mile Delivery Challenges</li> <li>· Improving Supply Chain Logistics</li> <li>· Improving Customer Experience</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Compartment volume: 100L</li> <li>· Carries up to 20kg</li> <li>· Top speed: 5km/h</li> <li>· Running time: 6 hours</li> <li>· UV-C LED: Disinfection within compartments</li> <li>· Secure: Delivery by app or OTP authentication</li> </ul>
Trans Car (물류 로봇)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Automating In-house Delivery</li> <li>· Increase Overall Productivity</li> <li>· More time for Patient Care</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Speed: 1.6m/s</li> <li>· Charging time: 60 minutes</li> <li>· Carry up to a 500kg weight load</li> <li>· Dynamic routing</li> <li>· 10mm accuracy of positioning</li> <li>· Transparent tracking of all deliveries</li> </ul>
O-RX (방역로봇)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· UV-C LED Technology</li> <li>· 99.9% Disinfection Rate</li> <li>· Disinfects 2,583 sq ft hourly</li> </ul>	

## 5 싱가포르 도시재개발청(Urban Redevelopment Authority) 방문 및 스마트 도시계획·설계 및 개발과 발전전략 조사

### 1) 조사 개요

- 일시: 8월 24일(목) 12:00
- 장소: 싱가포르 도시재개발청(URA) / 45 Maxwell Road, The URA Centre, Singapore 069118
- 목적: URA의 견학 프로그램을 참여하여 싱가포르 도시 역사, 도시 개발사, 도시개발 방향인 스마트네이션에 대한 정책 파악
- 현장조사자: 2 인
  - AURI: 남성우 부연구위원, 김신성 연구원

### 2) 조사 내용





[그림 16] 싱가포르 도시재개발청(URA) 전경  
출처: 연구진 직접 촬영



[그림 17] 싱가포르 도시재개발청(URA) 시티갤러리 건축 현장 사진  
출처: 연구진 직접 촬영

## □ White Zone 도시 개발 전략

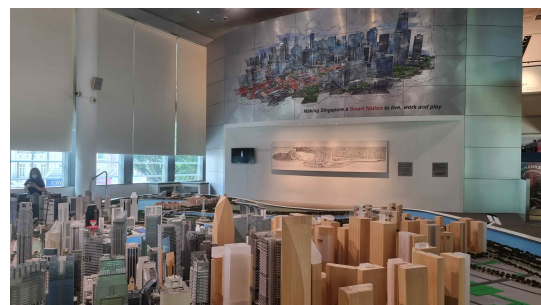
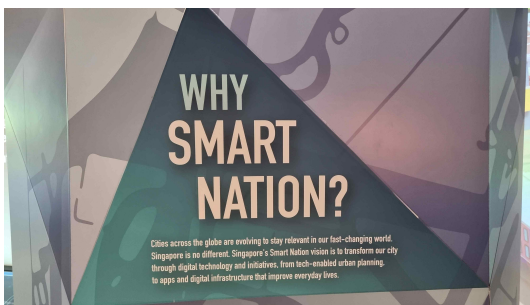
- 싱가포르 도시계획제도에서 운영하고 있는 White Zone은 우리나라에서도 많이 소개되었으며, 현재에도 정부와 지자체에서 국토, 도시계획과 공간관리를 위해 싱가포르를 방문하고 견학하는 가장 큰 이유중 하나임
- White Zone은 싱가포르 도시계획 조닝제도(한국의 용도지역제) 중 하나의 유형으로서, 획지에 대한 개발용도와 개발밀도의 기준과 상향을 기정하지 않고, 토지공급자인 URA와 민간 간의 약정을 통해 유연하고 창의적인 도시설계와 토지활용을 목표로 함
- 싱가포르는 핵심 도심부로 CBD 지역과 Marina Bay 지역을 두고 있는데, 마리나베이 지역 중심으로 White Zone이 지정되어 있으며, 대표적인 개발이 마리나베이샌즈임
- 이렇듯 화이트존이라는 유연하고 창의적인 개발을 위한 도시계획제도는 한국의 스마트시티 개발에 적용시 기존 도시계획에 의한 입체적 결과물들을 보다 혁신적인 건축물로 개선할 수 있고, 이를 통해 도시계획과 설계 분야가 융합된 스마트한 도시공간을 조성하는 데 기여할 수 있는 해외 사례로 평가됨



[그림 18] 싱가포르 마리나베이 주변으로 지정되어 있는 White Zone(흰색으로 칠해진 획지가 화이트 존이며, 마리나베이샌즈, 마리나원을 제외한 획지는 미개발지)  
출처: 연구진 직접 촬영

## □ 자율주행 차량을 통한 Urban Mobility 구상

- 싱가포르르는 효율적이고 잘 연결된 도시 모빌리티 시스템을 활용하여 도시의 중추를 형성하여 우리가 살고, 일하고, 놀고, 움직이는 방식을 변화시킬 수 있는 정책 시도 중



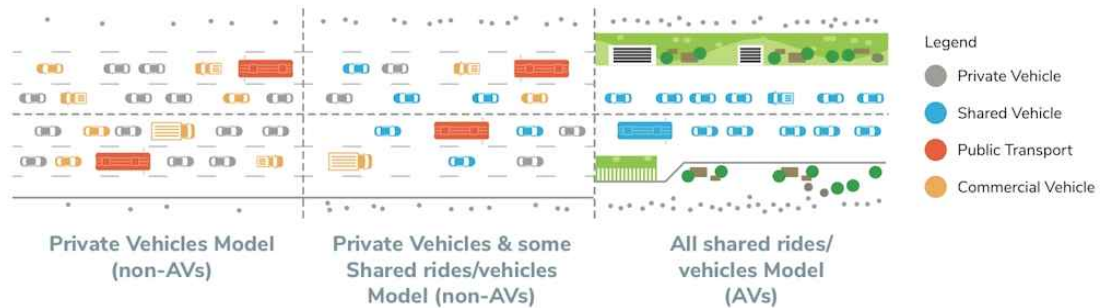
[그림 19] 싱가포르 도시재개발청(URA)에서의 스마트네이션 정책 홍보물  
출처: 연구진 직접 촬영

## ○ 싱가포르를 위한 자율주행차의 이점 1: 도시의 더 많은 공간

- 지능형 알고리즘을 통해 라우팅을 최적화하고 보다 효율적으로 이동함으로써 AV는 다른 용도로 토지를 확보하여 교통 혼잡을 줄이고 도로 공간을 최적화하는 데 도움이 될 수 있음
- 따라서 거리 공간은 잠재적으로 자전거 도로나 녹지와 같은 다른 용도로 매립되고 재설계



할 수 있음



[그림 20] 택시 및 개인 소유 공유 차량으로 운영되는 AV로 개인 자가용, 대중교통, 상업용 차량을 없애고 교통흐름량을 줄일 수 있음

출처: [https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles\(23.8.27.검색\)](https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles(23.8.27.검색))

#### ○ 싱가포르를 위한 자율주행차의 이점 2: 포용적인 운송 역할 수행

- AV는 온디맨드 및 동적 라우팅 자율 버스 및 셔틀 서비스를 통해 노인과 같은 거동이 불편한 사람들을 위한 퍼스트 마일 및 라스트 마일 연결의 편의성과 접근성을 잠재적으로 향상시킬 수 있음



[그림 21] 센토사(Sentosa)에서 운행중인 수요응답형 10인승 자율주행 셔틀

출처: [https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles\(23.8.27.검색\)](https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles(23.8.27.검색))

#### ○ 싱가포르를 위한 자율주행차의 이점 3: 더 안전한 도로

- AV에는 주변을 감지하고 교통 상황 및 규칙에 따라 정확하게 탐색할 수 있는 고충실도 센서가 있어 인적 오류로 인한 사고를 최소화하는 데 도움이 될 수 있음



○ 싱가포르를 위한 자율주행차의 이점 4: 보다 최적화된 도시 물류

- 배송량이 증가함에 따라 AV는 비접촉식 배송을 가능하게 하고 사용량이 적은 시간에 배송 및 유틸리티 활동을 지원함으로써 비즈니스 효율성을 높이고 고객 편의성과 경험을 개선하는 역할 가능

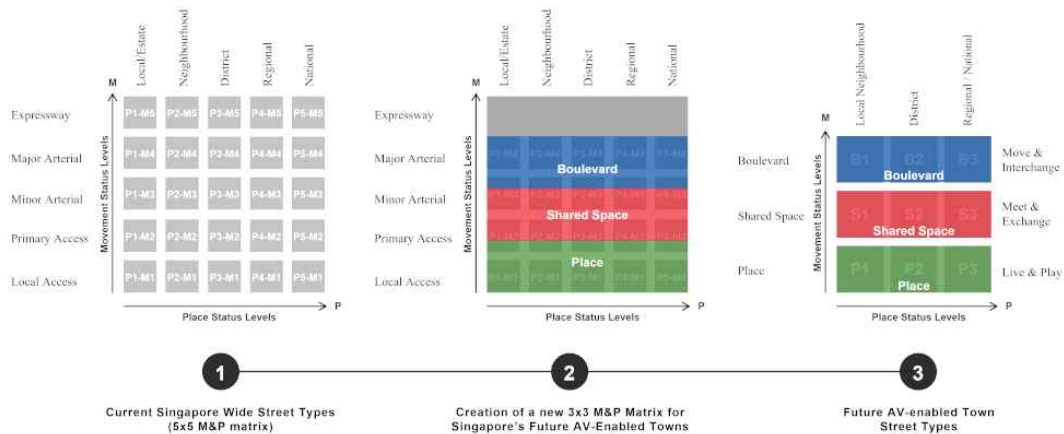


[그림 22] '21년부터 시범운행된 자율주행로봇: 오아시스스테라스 쇼핑몰에서 풍골 주거단지까지 소포와 식료품 배달  
출처: <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles>(23.8.27.검색)

○ 도시 재설계의 새로운 가능성 1: 사람 중심의 거리와 횡단보도

- 미래의 거리 레이아웃은 걷기, 자전거 타기 및 대중 교통을 우선시하여 사용자의 요구에 부응해야 하며 AV는 이러한 기본 교통 수단을 보완해야 함
- 거리와 횡단보도는 전통적인 차량 중심에서 사람 중심으로 가능성을 확대해야 함
- 싱가포르 전역의 도로망 계획은 전통적으로 계층적 접근 방식을 따랐으나, 보다 사람 중심적인 접근 방식을 위해 새로운 분류 시스템을 도입
- 도로는 다양한 기능, 모드 및 속도에 맞게 조정되는데 예를 들어, 디자인 및 엔지니어링 회사인 Arup은 싱가포르의 맥락에 맞는 '움직임과 장소'(M&P)를 프레임워크 작업 중
- 거리 차원에서 AV를 위해 도로를 재설계할 수 있는 두 가지 가능한 접근 방식: 도로 분리와 공유 공간
- 도로분리: AV에 대해서만 특정 차선을 지정
- 공유공간: AV, 자전거 타는 사람 및 보행자를 위해 공유 도로를 건설할 수 있으며 서로 다른 거리 사용자 간의 갈등을 최소화하도록 설계 될 수 있음. 장기적으로 공유 도로로 전환하면 여러 차선에 필요한 공간이 줄어들고 도시 환경에 더 많은 녹지를 주입하는 것과 같

은 대체 용도를 위한 공간을 확보할 수 있음



[그림 23] Arup의 M&P 프레임워크에 따른 다양한 분류

출처: [https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles\(23.8.27.검색\)](https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles(23.8.27.검색))

- 대로(Boulevard)는 AV의 다목적 또는 커뮤니티 허브로 연결되는 대중교통의 핵심 이동통로로 계획
- 공유공간: '공유 공간'은 보행자와 자전거 이용자를 우선시하며, 가장 가까운 버스 정류장이거나 기차역과 연결하기 위해 따로 마련된 공간. 긴급 및 서비스 차량에 대해서만 예외를 제외하고 취약한 사용자를 위한 라스트 마일 저속 AV의 제한된 사용을 제외하고는 거의 자동차가 없는 것으로 예상. 서로 다른 거리 사용자 간의 갈등을 최소화하기 위해 디자인 개입을 실시할 수도 있음
- 장소: '장소'는 주민 전용 녹지로 지정되어 마을 전체에 걸쳐 네트워크를 형성할 수 있으며, 지역 사회가 마을 전체에서 상호 작용하고, 휴식을 취하고, 놀 수 있는 공공 공간으로 구분



대로(Boulevard)



공유공간



장소

[그림 24] 자율주행 모빌리티를 고려한 싱가포르 도시 공간

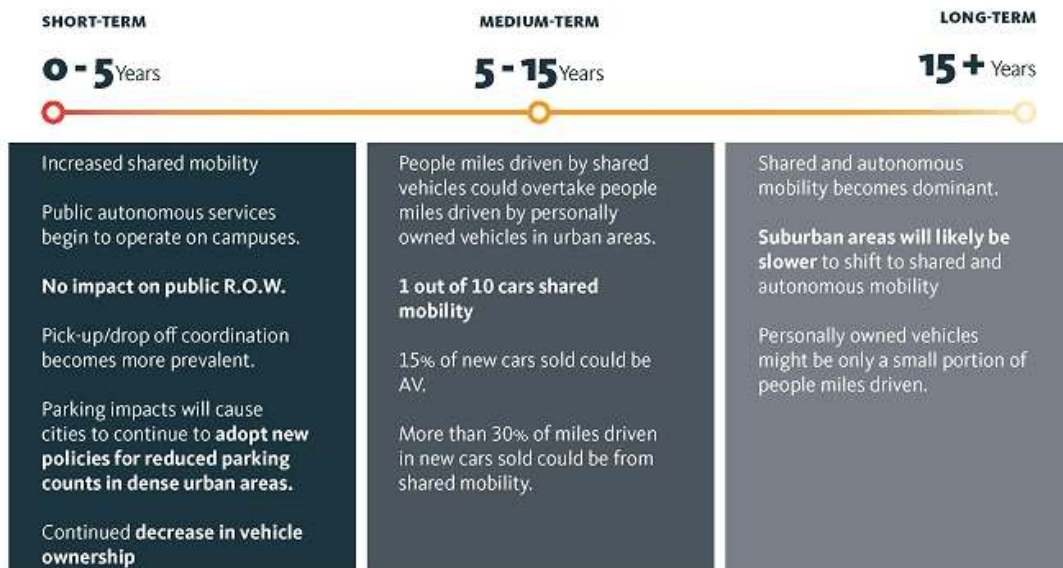
출처: [https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles\(23.8.27.검색\)](https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles(23.8.27.검색))

## ○ 도시 재설계의 새로운 가능성 2: 주차공간 줄이기

- 자동화되고 매우 정확한 접근 및 주차 기동으로 인해 AV는 사람이 운전하는 차량에 비해

서로 더 가깝게 주차할 수 있음. 이는 기존 주차에 필요한 통로 및 안전 완충 장치를 위한 공간을 할당해야 할 필요성 감소와 함께 미래의 주차장 레이아웃을 보다 공간 효율적으로 만들 것임

- 또한 대부분의 AV가 차량 소유 및 공유되는 경우 주차 공간이 더 줄어들 수 있음. 좋은 도시 디자인을 통해 AV는 싱가포르 전역의 많은 건물에 주차되고 배포되는 대신 주요 지역에서 멀리 떨어진 공유 '허브'에 보관할 수 있음
- 이렇게 하면 다양한 요구 사항과 경쟁적인 토지 사용 요구 사항을 충족할 수 있는 다른 편의 시설을 위한 기존 주차장 공간을 확보 가능



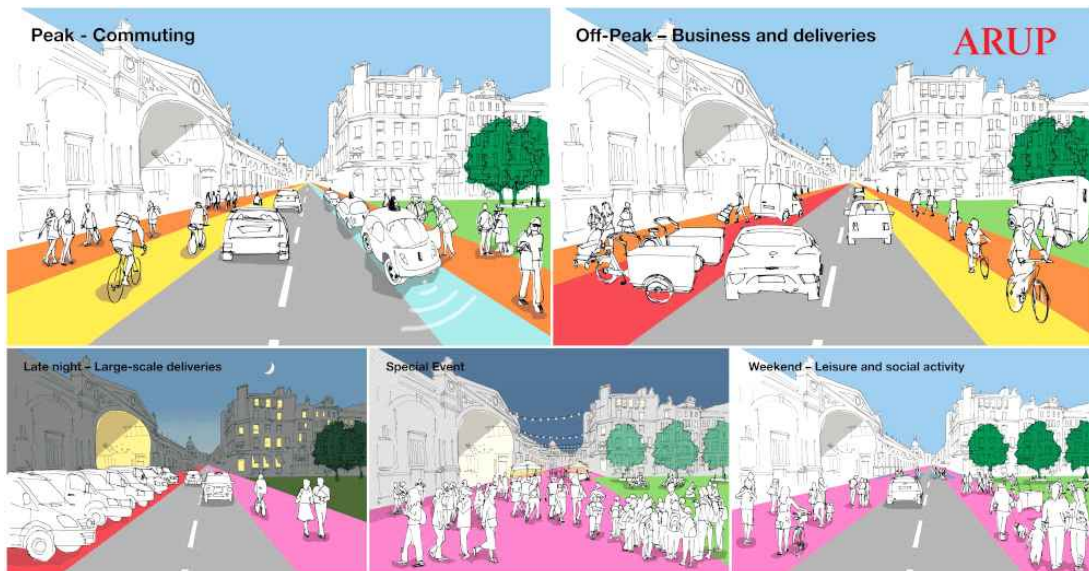
[그림 25] 가능한 AV 채택 일정에 대한 Gensler의 비전

출처: [https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles\(23.8.27.검색\)](https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles(23.8.27.검색))

### ○ 도시 재설계의 새로운 가능성 3: 승하차 지점(PUDO)

- AV는 자동으로 주차되거나 보관을 위해 가장 가까운 공유 '허브'로 라우팅될 수 있으므로 주차 가능 여부 또는 주차장과 목적지 사이의 거리와 같은 기존 요소는 더 이상 문제가 되지 않음
- 승객이나 AV 사용자는 출발지와 목적지의 편의성을 더 중요하게 생각하기 때문에 사용자가 AV에 탑승하고 하차하는 PUDO는 승객에게 보다 원활하고 직관적인 경험을 제공하고 AV가 원활하게 이동할 수 있도록 재설계되어야 함
- 새로운 디자인 아이디어는 온스트리트와 오프스트리트의 두 가지 유형의 PUDO에 적용될 수 있음

- (온스트리트 PUDO) AV는 온스트리트 PUDO에 대한 수요를 증가시킬 수 있는데, 하루 중 다른 시간에 다양한 도로 사용자를 수용할 수 있도록 보다 유연한 방식으로 설계 및 관리할 수 있는 차원에서 도로 연석의 사용을 재고할 수 있는 기회를 제공
- Arup의 FlexKerb 개념은 노상 PUDO가 전용 차선에서 작동하거나 역동적인 도로변 관리를 할 수 있는 한 예로서, 이러한 아이디어는 PUDO의 혼잡을 줄이고 공간을 효율적으로 최적화하면서 다양한 크기의 차량을 수용 가능



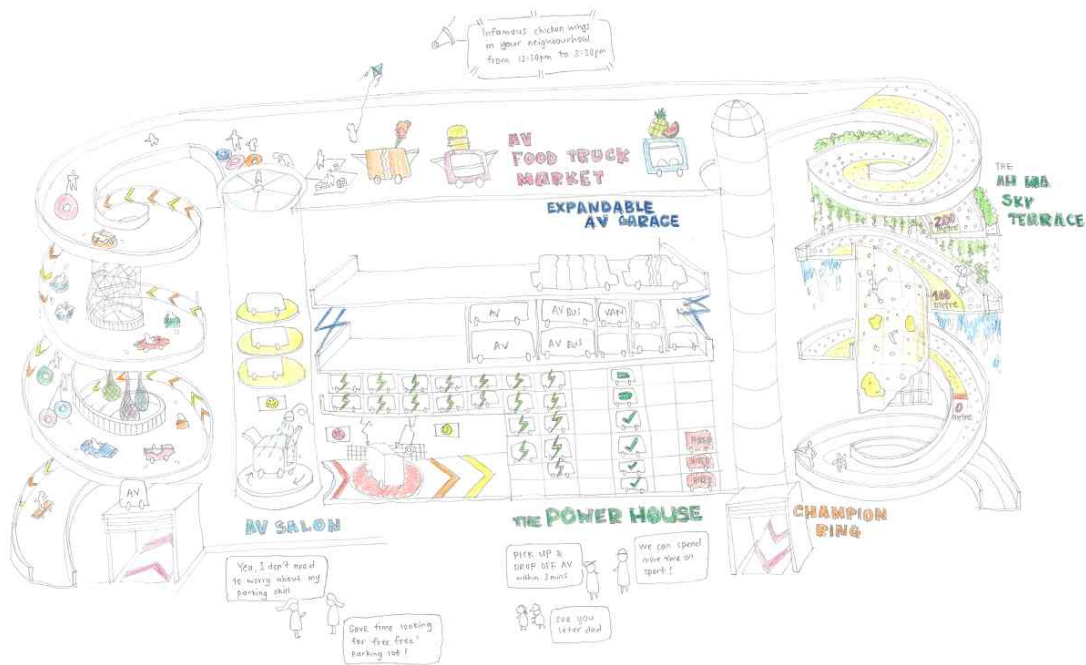
[그림 26] On Street PUDO(승하차지점)의 시간대별 공간 활용 예시

출처: <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles>(23.8.27.검색)

- 오프스트리트 PUDO) 오프 스트리트 PUDO는 교통 혼잡의 위험을 줄일 수 있는데, 허브로 설계하거나 상업 개발과 같은 다른 용도와 함께 배치하여 사용량이 적은 시간에 황량하고 활용도가 낮은 공간으로 변하는 것을 방지할 수 있음
- 앞으로 PUDO는 더 이상 통근자들이 승하차하는 장소가 아니라 AV를 통한 원활한 여행을 용이하게 하기 위해 완전히 통합된 대중 교통 서비스와 편의 시설을 갖춘 활기찬 커뮤니티 목적지로 변모할 것임
- 예를 들어, 글로벌 디자인 회사인 스콧 브라운리그(Scott Brownrigg)는 자율주행차와 사람이 함께 사용하는 활기찬 인터랙티브 환경을 조성하기 위해 건물의 용도를 변경하는 미래의 통합 교통 허브를 위한 디자인을 개발
- 여기에는 이전의 다층 주차장에 자판기와 같은 시스템을 구현하여 차량을 효율적으로 쌓고, 보관하고, 충전하고, 청소하는 것이 포함. 이를 통해 사고 활동을 위한 경사로와 주차 데크로 사용되는 공간을 확보하고 차량 경로와 보행자 경로를 분리하여 사용자 안전을 개선할



수 있으며, 이웃에게는 AV가 촉진하는 서비스의 동원을 통해 변화될 수 있으며, 도시 전역에서 일어나는 다양한 활동을 지원

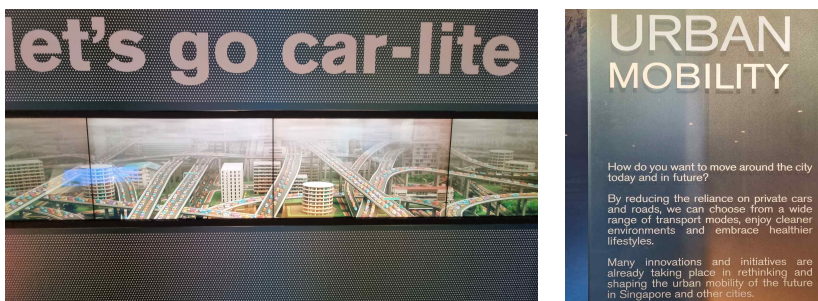


[그림 27] 자율주행차가 바꾸는 건물 용도 및 미래 통합 교통 허브 디자인

출처: [https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles\(23.8.27.검색\)](https://www.ura.gov.sg/Corporate/Get-Involved/Plan-Our-Future-SG/Innovative-Urban-Solutions/Autonomous-Vehicles(23.8.27.검색))

## □ 도시에서 자가용을 없애는 혁신 정책: Car-lite

- 적 교통을 제공함으로써 도로 위 자동차를 줄이는 것이 핵심 목표
- 이를 위해 차없는 일요일, 자동차 금지구역, 사람들을 위한 거리로의 변화 등 다양한 세부 전략들을 추진 중



[그림 28] 싱가포르 스마트네이션의 핵심 전략인 Car-lite와 Urban Mobility

출처: 연구진 직접 촬영

#### ○ 정책 1: 자가용 수 제한

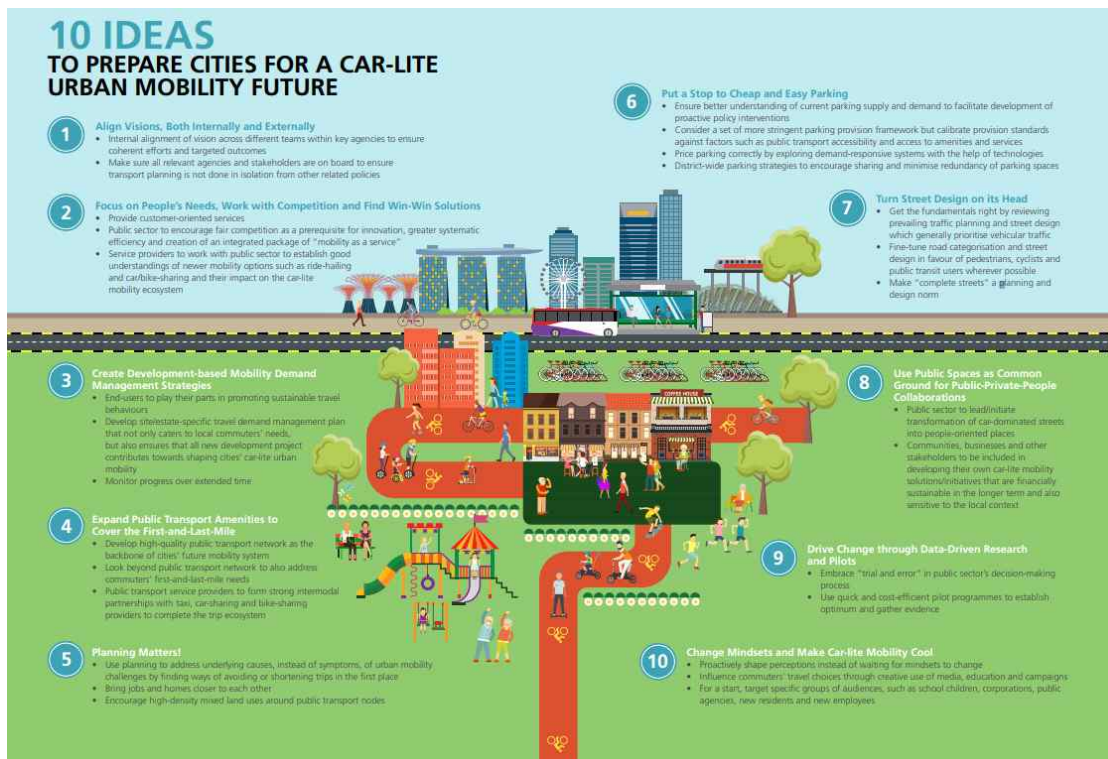
- 더 나은 미래에는 많은 싱가포르 사람들의 꿈, 즉 자동차 소유를 줄이는 것이 포함
- 현재 싱가포르에서 도로는 이미 토지이용의 12%를 차지하고 주택은 14%를 차지. 그리하여 싱가포르 리셴룽(Lee Hsien Loong) 총리는 "우리는 더 많은 자동차를 위한 더 많은 도로를 계속 건설할 수 없기 때문에 도로에서 자동차에 덜 의존해야 한다." 는 판단하여 Car-lite 정책 추진
- 차량 수가 적을수록 주차장에 필요한 토지가 줄어들고 삶의 질은 향상. 또한, 자동차에서 배출하는 오염 물질이 저감되어 대기 질이 향상됨
- 리 총리는 정부가 확장된 MRT 네트워크, 버스 및 자전거 도로와 같은 더 많은 교통 옵션을 제공함으로써 "Car-lite" 싱가포르를 목표로 할 것이라고 선언.
- 이에 대해 전문가들은 여러 교통 수단으로의 더 쉽게 원활한 환승이 가능하도록 인프라 확대가 필요하다고 진단

#### ○ 정책 2: 다양한 대중교통 수단 강화

- 싱가포르는 버스와 기차(MTA)와 같은 대중교통 수단의 수송비율이 약 63%, 자전거가 교통의 1-2 %를 차지
- 정부는 2030년까지 대중교통이 피크 시간대 수송 비율을 75%까지 끌어올리기 위한 다양한 전략 추진
- 2012년부터 2016년까지 800대의 버스를 추가하여 20% 증가시켰고, 2030년까지 철도망을 178km에서 360km로 확장할 계획
- 2030년까지 700km 이상의 섬 전역의 자전거 도로 네트워크를 구축할 예정이며, 여기에는 공원의 커넥터와 자전거 도로가 모두 포함
- 사람들이 걷는 이유와 방법, 더 많이 걷기 위한 장려 정책과 전기차의 공유와 관련된 연구와 프로젝트들을 추진
- 자전거의 경우 현재까지 다양한 장애요소들이 발견. 예를 들어, 앙모키오(Ang Mo Kio)와 비산(Bishan)에 사는 사람들이 어퍼 파야 레바 로드(Upper Paya Lebar Road) 공장에서 일하러 갈 수 있는 11km 길이에는 고가 교량과 경사로가 부재하여 자전거를 타고 계단을 이용해야 하는 등 연결성이 개선되어야 함
- 또한 일부 공원 커넥터는 실제로 기존 포장 도로였기 때문에 자전거 이용자와 보행자가 공간을 차지하기 위해 경쟁해야 했음

### ○ 정책 3: 자동차 공유 공간의 증대

- 싱가포르에서 카셰어링을 위해서는 단순히 공급업체의 확대 뿐만 아니라 셰어링할 수 있는 차와 주차 공간이 필요. 업계 관계자들은 최소 3,000개의 카셰어링 전용 주차 공간을 요구 (선거구 당 약 30-40 개의 공간)
- 전기 자동차를 사용하려면 섬 전역의 주차 공간 및 충전소의 전원 소켓과 같은 기반 시설도 필요. 기존 공간은 일반적으로 HDB 다층 주차장의 고층에 있기 때문에 일반 사람들의 접근성도 낮음
- 또한 거리 레벨에서 공유 차량을 안내하는 표지판이 있어야하며 지정된 주차 공간도 필요한 인프라로 선정
- 반면 일부 전문가들은 자동차가 없는 사람들만 그러한 계획을 사용하기 때문에 자동차 공유 계획이 이곳의 도로에서 자동차를 완전히 사라지게 할 수 있는지에 대해 반론을 제기. 카셰어링이 기껏해야 자동차 구매 수요의 일부분에 대해서만 효과적일 것이라는 것임
- 그렇기 때문에 정부가 발급하는 면허 증명서의 수를 제한하는 것 뿐만 아니라 대체 교통수단이 편리하고 신뢰할 수 있도록 지속적으로 인프라 구축이 필요



[그림 29] 도시 모빌리티의 미래를 보여주는 Car-lite의 10가지 아이디어  
출처: Carlite Urban Mobility

## ⑥ 싱가포르 스마트 건축도시 정책 및 스마트+빌딩 추진 방향에 대한 인터뷰

### 1) 회의 개요

- 일시: 8월 24일(목) 15:00
- 장소: 싱가포르국립대 공과대학 내 레이먼드 교수 연구실 / Block E1A, #05-06, 1 Engineering Drive 2, Singapore 117576
- 목적: 싱가포르 스마트네이션 정책 추진에 따른 중장기 건축도시의 스마트 공간 전환 로드맵 논의 및 교통 모빌리티로서 UAM, 자율주행차에 대한 싱가포르에서의 활용 및 비전에 대해 토의 및 자문
- 현장조사자: 3 인
  - 기관담당자: Raymond ONG(Professor of National University of Singapore)
  - AURI: 남성우 부연구위원, 김신성 연구원

### 2) 회의 내용

#### □ 싱가포르에서의 UAM 운행 서비스의 현황과 전망

- 싱가포르에서 UAM은 사람(person)을 수송하는 목적과 물건(goods)을 수송하는 목적에서 현황과 비전이 크게 달라짐
- 먼저 사람을 수송하는 목적의 UAM은 가장 큰 걸림돌이 항공사들임. 항공사들은 UAM으로 인해 항공사가 운영하고 있는 서비스와 비즈니스 수요가 감소할 것을 경계하고 있으며, 이 때문에 UAM 운항 노선이나 운항 서비스가 만들어질 것을 막고 있는 상황임. Air Trans Hub로서의 역할과 시장 지배를 항공사와 공항과 같은 기업들이 장악하고 있는 여건 상 새로운 사람 수송 목적의 신규 항공 운항 서비스의 수요에 대해 비관적으로 예측
- 더불어 싱가포르는 서울 크기 만한 도시국가로 사람의 수송을 목적으로 한 UAM 서비스의 수요는 제한적이라는 의견임. 다만 섬과 섬을 이동하기 위해 특별히 요구되는 운항 서비스 수요는 발생할 수 있음
- 또한 싱가포르는 고층 건물도 헬리포트가 거의 설치되어 있지 않아 기존 시설을 활용하는 것도 어려움. 정부도 정책을 추진할 때 경제적 측면과 국민 편의성 등을 다양하게 고려함
- 결론적으로, 사람을 수송하는 목적의 UAM은 한국 등 국가 단위에서의 다양한 거리와 목적의 서비스가 가능할 때 사업성을 기반으로 활성화될 여건이라고 의견 드림



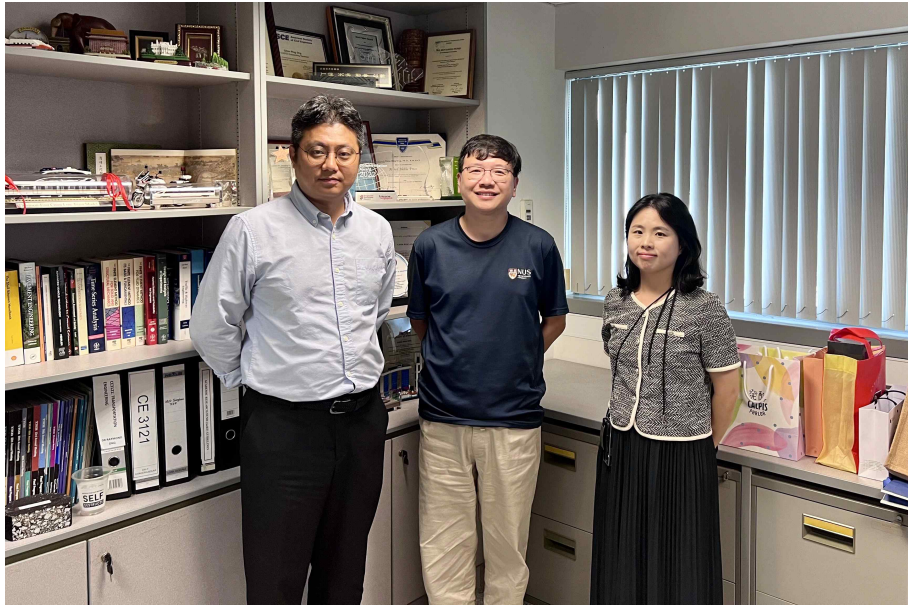
- 교통수단으로서의 비즈니스 보다는 기체를 생산하고 버티포트 등 관련 인프라, 항공산업 쪽에서 성장할 수 있는 기술과 산업 육성이 싱가포르에서는 중요하다고 생각 됨

#### □ 싱가포르에서의 드론 서비스의 현황과 전망

- 우선적으로 현재 싱가포르 거의 대부분의 구역에서 비행체의 비행을 안전 문제를 이유로 엄격히 제한하고 있음. 그렇기 때문에 소형 무인 드론도 지금으로서는 서비스 공급과 수요에 제약적임
- 그럼에도 불구하고 물건 배송을 위한 드론 서비스는 현재에서 시도중이며, 향후 수요가 있을 것으로 판단되는 마켓임

#### □ 스마트네이션에서의 핵심 도시계획 및 교통 정책들

- 싱가포르의 스마트네이션은 토지이용(Land use)과 도시설계(Urban design) 직주근접의 공간구조를 만들어 냄으로써 궁극적으로 자가용을 없애고 Metro, Bus, Taxi의 대중교통으로 이동수단화하고, 이외 자전거 등으로 모빌리티를 구현하는 것을 목표로 함
- 이를 위해 정부와 도시계획 분야에서 장기적인 로드맵(향후 50년)을 수립하고 있는데, 로드맵에서는 15분도시와 같은 도시공간구조의 대개조와 교통체계를 전환하는 Car-lite 정책을 추진 중
- 이러한 전략으로 인해 자율주행차와 UAM에 대한 대중교통으로서의 역할이 부각되지 않으며, 특히 자율주행차라고 하는 종류가 버스와 택시로 한정될 것이기 때문에 개인 자가용이 주로 사용하는 주차장과 도로의 공간적 전환, 그리고 스마트+빌딩에서 제안하고 있는 건물 전면부 드롭존과 주차공간의 콤팩트화 등에 대한 개념들을 고려하고 있지 않음
- 장기적 로드맵 연구를 위한 몇가지 파라미터: 시장, 산업, 고용 부문에서의 분석
  - 인구 수(population)
  - 사람들이 원하는 것들에 대한 조사
  - 마스터플랜은 다양한 시나리오 기반
- 장기적 urban design은 초기 디자인 - 미드텀 디자인 - 최종 디자인으로 단계별로 나누어서 수행



[그림 30] 싱가포르국립대 레이먼드 교수 연구실에서 자문회의 개최 후 기념 사진 촬영  
출처: 연구진 직접 촬영

## 7 싱가포르 스마트 시티 추진에 따른 교훈 및 한국 스마트시티 추진 방향에 대한 인터뷰

### 1) 회의 개요

- 일시: 8월 24일(목) 18:00
- 장소: 싱가포르 DEMPSEY 내 회의장 / 25 Dempsey Rd, 싱가포르 249670
- 목적: 싱가포르 Smart Nation, White Zone 등 스마트시티와 도시계획 정책에 대한 질의 응답, 모빌리티(UAM, Robot, Vehicle) 등 공간 기반 혁신 기술들을 고려한 도시건축 공간구조 및 디자인 발전 방향에 대한 자문
- 현장조사자: 3 인
  - 기관담당자: 이관옥 교수(Professor of National University of Singapore)
  - AURI: 남성우 부연구위원, 김신성 연구원

## 2) 회의 내용

### □ 싱가포르 대표 스마트시티 프로젝트로서 Punggol Smart Town 추진 자문

#### ○ 싱가포르 스마트시티 추진 공공기관으로서 HDB와 JTC의 역할

- 싱가포르 스마트시티를 추진하는 관련 공공기관들은 HDB(Housing & Development Board), JTC(Jurong Town corporation)가 중심 기관들임. 주거 개발은 HDB, 산업지 개발은 JTC의 업무영역임
- HDB는 우리나라의 주택공사와 같으며, 공공임대주택을 보급하는 기능을 함
- HDB의 주택은 서민주택으로서 디자인과 평면이 모듈화되어 있으며, 모듈러주택으로도 일부 건설되고 있는 특징이 있음
- Punggol 스마트타운의 총괄 시행은 JTC의 기능과 역할임. JTC는 산업부지의 계획과 개발을 주요 기능으로 함

### □ 싱가포르의 Virtual Singapore 관련 추진 사항 논의

- 싱가포르는 도시계획의 디지털 전환을 위해 전 세계 선도적으로 'Virtual Singapore'라는 3차원 디지털 트윈 플랫폼을 구축
- 이러한 플랫폼을 개별 건축물들과 연동시키기 위해 신축 건축물들에 대해 BIM 설계를 유도하고 있으며, 이에 대한 용적률 보너스도 제공

### □ 싱가포르 민간 자율성 제고 도시개발을 위한 White Zone

- 싱가포르의 White Zone은 개발에 대한 용도, 밀도 등 다양한 도시관리 차원의 규제들을 완화함으로써 유연하고 창의적인 도시개발과 민간 프로젝트의 자유권을 보장하는 제도임



[그림 31] White Zone 지역으로 개발된 마리나베이샌즈(좌) 및 향후 개발예정지역(우)

출처: 연구진 직접 촬영

## □ 싱가포르의 UAM, 로봇, 자율주행차 등 멀티모달 프로젝트 추진 논의

- 싱가포르는 UAM과 관련하여 기체만드는 회사와 인프라제작 회사들간의 다양한 MOU를 통해 프로젝트를 구체화하고 있음
  - 싱가포르 내 민간 항공들을 담당하는 Seletar 공항이 UAM 운행을 위한 거점 공항으로 될 가능성이 높음
  - 싱가포르는 섬이자 도시국가로서 섬 전체가 운행이 가능한 테스트베드로서의 가능성이 큼
  - 마리나베이-센토사-Seletar로 연결되는 UAM 노선이 운영되는데 예측될 수 있음
- 로봇은 Punggol 스마트타운으로서 현재 건설중인 Digital District에서 특화요소 중 하나로 '보스턴 다이내믹스'와 같은 로봇 기업들이 입주를 예정하고 있음
  - PDD에서는 로봇에 대한 원격제어 테스트 등이 진행 중
  - JTC에서 시행하고 있는 '주룽 이노베이션 디스트릭트' 프로젝트에서는 Underground City 개념의 지하물류시스템이 도입 고려중이고, 현대자동차를 중심으로 한 전기자동차 및 자율주행셔틀버스의 운행 등 다양한 모빌리티 솔루션이 제안
  - Jurong Innovation District는 난양 기술 대학 (NTU), 클린 테크 파크 및 불림, 바하르 및 텡가 주변 지역을 포함하는 600ha의 규모로 첨단 제조, 로봇 공학, 도시 솔루션, 청정 기술 및 스마트 물류를 포함하여 싱가포르가 개발하려는 몇 가지 주요 성장 영역의 본거지가 될 것임
- 싱가포르국립대(NUS)와 도시재개발청(URA)은 배달·배송 로봇이 HDB 단지내로 들어와서 물건들을 내려놓는 '드롭존'에 대한 연구를 시작
  - 공동주거단지에서 로봇을 활용한 배송 실증이 이미 진행되었으며, 이러한 배송에 대한 공간적 수요가 발생하고 있어 이에 대한 공간 확보가 주요한 시사점



[그림 32] JTC가 개발 시행하는 산업혁신지구인 Jurong Innovation District(좌) 및 싱가포르의 미래 도시의 모습을 보여주는 일러스트(우)

출처: The Straits Times(23.09.04)

### III. 출장에 따른 연구 시사점

#### □ 건축·도시 공간에서의 UAM 기술·서비스 적용 방향

##### ○ 버티포트 기준 및 시설 구성

- 일반적으로 대지 위에 직접 설치하는 일반적인 버티포트는 FAA나 EASA의 지침을 따르는 것이 합리적일 수 있으나, 건물 상층부에 설치하는 수직형 버티포트의 경우 옥상 가용면적의 부족으로 FATO의 규격을 채택하는 것이 쉽지 않음. 수직형 버티포트에 맞는 규격과 시설 기준을 별도로 마련하는 것이 주요한 시사점임
  - FAA 보다는 EASA에서 정의하고 있는 규격이 옥상 버티포트에 더 적합
- 옥상 형상에 따라 버티포트 형태가 달라질 수 있으므로, FATO의 형상과 레이아웃을 정의 시 옥상 형상에 맞는 타입을 제시하여 가이드를 제공할 필요가 있음
- 비콘, 운영 모니터링 장비, 날씨 정보 확인 장비들은 입지와 버티포트 특성에 따라 그 필요성이 달라지기 때문에 가이드라인이나 표준으로 구체적으로 규정하지 않는 것을 지양
  - 비콘과 더불어서 마킹과 같은 버티포트를 식별하는 다른 수단도 선택지로 둘 필요 있음
- 버티포트는 일반적으로 항공 교통을 모니터링할 책임이 없으므로 운영 모니터링 장비 설치가 의무적이지 않음
  - 예를 들면 ADS-B나 VHF 통신은 버티포트의 타입에 따라 활용도가 다르고, ADS-B는 필요하지 않을 수 있음

##### ○ 버티포트 진동 및 하중을 고려한 구조

- 다운워시와 힘주어 착륙의 빈도는 관련이 없어 이를 고려하기 보다는 강하게 착륙하는 다운워시와 동적 하중을 고려해야 함으로 가이드 할 필요

##### ○ 탑승 및 환승을 위한 터미널 조성 기준

- 건물에서 버티포트로의 수직적 접근을 위해 필요한 승강기의 경우 신축 건축물에서는 설치가 용이한 반면, 기존 건축물에서는 조건에 따라 설치 여부가 달라지므로 이에 맞는 가이드 필요

##### ○ 시야 비행 규칙(Visual Flight Rule)

- 수직형 버티포트의 VFR의 경우 EASA의 장애물이 없는 볼륨(OBV)도 고려해야 함

##### ○ 기체 유지 관리

- 건물 옥상부 버티포트에서의 항공기 유지 보수 시설은 제한적일 수 밖에 없으므로, 모든 수직형 버티포트에 적용될 수 없음

○ 화재 안전

- 탈출 바닥(Runway Floor)이 무엇인지 명확하지 않으며, 런웨이 바닥에 특정 장비를 설치하는 것이 배제되어야 함

□ 건축·도시 공간에서의 로봇 기술·서비스 적용 방향

○ 건물과 단지 내에서의 로봇의 활용

- 스마트+빌딩이나 건물과 건물 사이의 옥외 공간에서의 로봇의 활용과 원활한 서비스를 제공하는 데 있어서는 최소한의 Barrier Free 기준 적용을 통해서도 심각한 문제 없이 로봇 서비스 운용이 가능함
- 주거 단지에서의 실증에서도 옥외 공간에서 건축물 내로 진입하여 Last-mile 배송 서비스를 제공하는 데 있어 큰 어려움이 없었음이 그 결과로 평가됨
- 이는 스마트+빌딩에서 고려하는 다양한 건축물 설계 기준들에 대해서도 현 BF 기준 등을 최소한으로 준용함으로써 로봇 서비스에 문제 발생을 야기하지 않을 수 있음을 시사함