CBD, ECLAC, FAO, ITU, UNDP, UNECA, UNECE, UNESCO, UNEP, UNEP-FI, UNFCCC, UN-Habitat, UNIDO, UNOP, UNU-EGOV, UN-Women and WMO

Accelerating City Transformation using Frontier Technologies

A U4SSC deliverable

스마트시티 국제표준화 기반조성(R&D)

Smart City Standards

International Standardization for Smart City Interoperable Reference Architecture

January 2023

United 4 Smart Sustainable Cities · Convention on Biological Diversity · United Nations · ECLAC · Food and Agriculture Organization of the United Nations · ITU · UNDP Empowered lives. Resilient nations. · UNITED NATIONS UNIVERSITY · UNU-EGOV Operating Unit on Policy-Driven Electronic Governance · United Nations Economic Commission for Africa · UNECE · United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization · UN environment programme · UNEP FINANCE INITIATIVE · UNIDO · United Nations Framework Convention on Climate Change · UN-HABITAT FOR A BETTER URBAN FUTURE · UN OFFICE 4 PARTNERSHIPS · WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION · UN WOMEN

국토교통부

KAIA Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

www. kaia.re.kr · jinapark@kaia.re.kr

비매품/무료

95530

ISBN 979-11-92052-04-5 (PDF)
ISBN 979-11-963090-6-0 (세트)





U4SCC

이 이슈리포트는 U4SSC (세계 스마트 지속가능한 도시) 계획 프레임워크와 프런티어 기술을 이용한 도시 혁신 가속화 보고서를 기반으로 발간했다.

U4SSC (연합 스마트 지속가능한 도시) 계획은 더 스마트하고 더욱 지속가능한 도시 구축을 지원하는 글로벌 플랫폼이다. U4SSC는 국제 전기 통신 연합 (ITU), 유엔 유럽 경제위원회 (UNECE), 유엔 인간 거주 센터(UN-Habitat)가 14개의 다른 유엔기구의 지원을 받아 조정한다.

프런티어 기술은 도시가 고유한 사이버-물리적 시스템으로 신속하게 전환할 수 있는 혁신적 기회를 제공하여 이질적 촉진자 간 데이터 교환을 활용하고 동시에 운영의 "스마트성(Smartness)"과 "지속가능성(Sustainability)" 개념을 압축화한다. 이를 위해 프런티어 기술의 변혁적 잠재력은 도시가 서비스를 제공하고 시민의 요구를 충족하는 방식을 재편할 수 있는 능력에서 잘 드러난다.

이 이슈리포트는 도시와 시민들에게 프런티어 기술의 영향을 밝히는 것을 목표로 한다. 이러한 맥락에서 이 보고서는 다음과 같은 일련의 프런티어 기술을 탐색한다. 인공지능, 사물 인터넷, 디지털 트윈; 무인 항공기/드론, 웨어러블 기술,

Frontier Technologies: Artificial Intelligence; Internet of Things (IoT); Digital Twin; Unmanned Aerial Vehicles/Drones; Wearable Technology; and Virtual/Augmented Reality

가상/증강현실 각 기술의 영향은 해당 섹션에 강조되어 있으며 일련의 공통 과제들도 명시되어 있다.

이 이슈리포트는 먼저 현재 도시화 추세에 대한 통찰을 제공하고 지속가능한 개발 목표(SDG)와 도시 연결의 중요성에 대한 개요를 제공한다. 이슈리포트는 프런티어 기술 구현을 위해 도시가 여전히 직면하고 있는 기술적 과제와 이러한 과제 해결을 위한 표준화의 중추적 역할을 강조하면서 마무리된다.

Acknowledgements

The development of this deliverable was led by Mr Ziqin Sang and Mr Tomás Llorente Aguado. The authors would like to thank Mr Robert Lewis-Lewington (UN-Habitat), Mr Chris Ip, Ms Mythili Menon and Ms Cristina Bueti (ITU), Mr Jorge Diaz Garcia-Herrera (SESIAD, Spain), Mr Zhaoming Lu (Beijing University of Posts and Telecommunications), Ms Linpei Li (Beijing University of Posts and Telecommunications), Ms Fangyun Dong (Beijing University of Posts and Telecommunications), Mr Haojun Ai (Wuhan University), Ms Xueqin Jia (China Unicom), Mr Wuying Du (Wuhan University), Mr Andres Abad Rodriguez (World Health Organization), Mr Keng Li (China ICT Group), Mr Vimal Wakhlu (Telecommunications Consultants India Limited), Mr Kristian Lande (Independent entrepreneur, Switzerland), Ms Darine Ameyed (CEO Nyn-R, Canada), Mr. Alex Mateo (Envirosuite, Spain), Mr Hassane Khalil (Lebanon Green Building Council, Lebanon), Mr Pablo Suarez (Fullandfast, Spain), Ms Sheila Romera Aznar (Smart Healthy Citizen innovation and educative programme, Spain), Mr Panos Fitsilis (University of Applied Sciences of Thessaly), and Mr Leonidas Anthopoulos (University of Applied Sciences of Thessaly).

Mr Ziqin Sang and Mr Tomás Llorente Aguado wish to thank the U4SSC management team: Mr Nasser Al Marzouqi (U4SSC Chairman), Mr Abdurahman M. Al Hassan, and Mr Paolo Gemma (U4SSC Vice-Chairmen) for their assistance and contributions.

The authors also extends their gratitude to the contributing organizations, along with their representatives: Mr. Oliver Hillel from the Convention on Biological Diversity (CBD), Ms Lucy Winchester and Ms Vera Kiss from the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Ms Simone Borelli from the Food and Agriculture Organization (FAO), Mr Chris Ip, Ms Mythili Menon and Ms Cristina Bueti (ITU), Ms Iryna Usava from the United Nations Development Programme (UNDP), Mr James Murombedzi from the United Nations Economic Commission for Africa (UNECA), Mr Guilherme Canela from the Regional Bureau for Sciences in Latin America and the Caribbean of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Ms Martina Otto and Ms. Sharon Gil from United Nations Environment Programme (UNEP), Mr Matthew Ulterino from the United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEP- FI), Mr Motsomi Maletjane from the United Nations Framework Convention for Climate Change (UNFCCC), Mr. Andre Dzikus, Ms. Tania Lim, Mr Jean Yves and Mr Robert Lewis-Lettington from the United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), Mr Mark Draeck, Ms Katarina Barunica Spoljaric and Mr Nicholas Dehod from the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Mr William Kennedy from the United Nations Office for Partnerships (UNOP), Ms Soumaya Ben Dhaou and Ms Judy Backhouse from the United Nations University – Operating Unit on Policy-Driven Electronic Governance (UNU-EGOV), and Mr Alexander Baklanov from the World Meteorological Organization (WMO).

The opinions expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily represent the views of their respective organizations or members.

ISBN: 978-92-61-31861-1 (Electronic version)

© CBD, ECLAC, FAO, ITU, UNDP, UNECA, UNECE, UNESCO, UNEP, UNEP-FI, UNFCCC, UN-Habitat, UNIDO, UNOP, UNU-EGOV, UN-Women and WMO.

Executive Summary

The United for Smart Sustainable Cities (U4SSC) initiative is a global platform dedicated to supporting cities in becoming smarter and more sustainable. The U4SSC is coordinated by the International Telecommunication Union (ITU), the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), and the United Nations Human Settlement Programme (UN-Habitat) with the support of 14 other UN bodies. Frontier technologies provide cities with an innovatory opportunity to expedite their transformation to unique cyber-physical systems, capitalising on data exchange among heterogeneous agents, while encapsulating the concepts of "smartness" and "sustainability" in their operations. To this end, the transformative potential of frontier technologies is exemplified in their ability to reshape the way cities provide services and meet citizens' needs.

This report aims to shed light on the impact of frontier technologies in cities and on citizens. In this context, it delves into a series of frontier technologies including: artificial intelligence; Internet of things (IoT); digital twin; unmanned aerial vehicles/drones; wearable technology; and virtual/augmented reality. The impact of each technology is highlighted in the corresponding sections and a set of common challenges have been identified.

This report will first provide insights into the current urbanisation trends and provide an overview of the importance of connecting cities with the sustainable development goals (SDGs). The deliverable will conclude by highlighting the technical challenges that cities are still facing when implementing frontier technologies and the pivotal role of standardisation in addressing these challenges.



Table of Content

Introduction
Cities of the future
Connecting cities with the Sustainable Development Goals
The objectives of this report
10

Artificial intelligence
AI and the fourth industrial revolution
Optimising urban operations using AI
In focus – using AI to create cycling routes, London
In focus – AI for water quality monitoring, Shandong province
15

The Internet of things
IoT and a connected city
Improving city efficiency using IoT
In focus – the smartest building in the United Arab Emirates – the Burj Khalifa, Dubai
In focus – IoT for food and farm systems- IoF2020 project, European Commission
27

Digital twin
Overview of digital twin
Digital twin and cities
In focus – virtual Singapore, Singapore
37

Unmanned Aerial Vehicles/Drones
Overview on drones
Enhancing urban monitoring and mapping using drones
In focus – the camp fire in 2018, California
In focus – tackling the novel coronavirus situation- June 2020, Telangana (India)
43

Virtual Reality/Augmented Reality
Overview on VR/AR
Enhancing urban planning using VR/AR
In focus – VR for urban planning and citizen participation, London, Canada
57

Wearable technology
Overview on wearable technology
Improving health and quality of life using wearable devices
In focus – cultural engagement and entertainment using wearables- MONICA, Lyon
51

Tracing the future path of frontier technologies in cities
The technical challenges remain
The role of standardisation in driving frontier technologies
65

Conclusion
69

List of abbreviations

AI	Artificial intelligence
UAVs	Unmanned Aerial Vehicles
SSC	Smart Sustainable City
SDGs	Sustainable Development Goals
ICTs	Information and Communication Technologies
4IR	Fourth Industrial Revolution
COVID-19	Coronavirus pandemic of 2019
TfL	Transport for London
LSTM	Long Short-term Memory Network
IoT	Internet of Things
GHG	Greenhouse Gas
CAA	Civil Aviation Authority, United Kingdom
ITS	Intelligent Transportation Systems
WDS	Wearable Device-related Services
VR	Virtual Reality
AR	Augmented Reality
WDN	Water Distribution Network
ITU	International Telecommunication Union
FG-AI4EE	Focus Group on Environmental Efficiency for Artificial Intelligence and other Emerging Technologies
FG-AI4H	Focus Group on AI for Health
FG-AI4AD	Focus Group on AI for Autonomous and Assisted Driving



Introduction

Cities of the future

20세기 후반 정보화 시대를 위한 길을 닦는 인터넷의 동일한 궤적을 따라 프런티어 기술은 디지털화 물결, 전폭적 데이터 의존, 관련 분석이라는 특징을 가진 새로운 기술 시대의 토대를 마련하고 있다. 이 세 가지 요소의 조합은 도시 운영 방식을 근본적으로 바꾸고 모든 시민의 기본 요구를 충족시킬 수 있다. 전 세계적으로 도시는 도시화에 발 맞추고자 일상 업무에 기술을 통합하고 있다. 이 사례가 되는 샌디에이고시는 세계에서 가장 큰 스마트시티 플랫폼 중 하나를 구현하려는 노력의 일환으로 도시의 가로등에 4,200개 이상의 지능형 센서를 설치하여 스마트 인프라로 변화시켰다.[1] 이 센서는 실시간 차량 수, 온도, 보행자 수, 주차 공간, 주변 환경에 대한 기타 정보에 대한 메타 데이터를 생성 할 수 있다. 수집된 데이터는 인공지능(AI) 기반 소프트웨어로 분석되어 도시 계획가가 교통 혼잡을 개선하고 빈 주차 공간을

찾아내고 공공 안전을 강화하며 주변 환경을 모니터링하는 데 필요한 인사이트를 제공한다.[2] 남아프리카에서는 포도밭의 상태를 매핑하기 위해 소형 무인 항공기(UAV)를 배치했다. 영양분/비료 살포 및 관개 효율을 최적화하기 위해 농부 및 토양 과학자들은 고해상도 이미지를 공유했다.[3]

"Cities of the future are urban agglomerations that harness the power of frontier technologies to improve the quality of public services and promote long-term sustainability."

"미래 도시는 공공 서비스의 질을 개선하고 장기적인 지속가능성을 촉진하고자 프런티어 기술의 힘을 활용하는 도시 집합체이다."

이 리포트가 입증하듯이, 프런티어 기술 적용은 의료 서비스에 대한 접근성 향상 그리고 기후 조건 모니터링에서부터 비상 대응 강화에 이르기까지 거의 모든 도시 운영으로 확장할 수 있다. 새로운 도시 의제 및 지속가능한 개발 목표 11 (지속가능한 도시와 커뮤니티)에서도 드러난 바와 같이 국제 사회는 "도시"의 중요성을 깊이 인식하고 있다.



이 국제기구는 세부사항을 세세히 살피기 이전에도 미래 도시에 대한 독특한 비전을 지원했다.[4] 그리고 점점 스마트시티의 여정에 동참하는 도시들이 늘어남에 따라 미래의 도시 개념도 명확해지고 있다. 이 리포트의 맥락에서, 미래 도시는 공공 서비스의 품질을 개선하고 장기적인 지속가능성을 촉진하기 위해 프런티어 기술의 파워를 활용하는 도시 응집체로 간주할 수 있다. 도시는 지능형 센서와 기타 연결된 장치에서 얻은 데이터 인사이트를 활용하여 운영과 환경 효율성을 개선함에 따라 더욱 스마트하고 지속 가능해진다. 따라서 '미래 도시'는 스마트 지속가능한 도시(SSC)라고도 할 수 있다.

Cities become smarter and more sustainable by leveraging data insights obtained from intelligent sensors and other connected devices to improve operational and environmental efficiency.

Therefore, the "city of the future" can also be referred to as a smart sustainable city (SSC).

An SSC can be defined as follows:
"A smart sustainable city is an innovative city that uses information and communication technologies (ICTs) and other means to improve quality of life, efficiency of urban operation and services, and competitiveness, while ensuring that it meets the needs of present and future generations with respect to economic, social, environmental as well as cultural aspects."
Recommendation ITU-T Y.4900

SSC는 다음과 같이 정의할 수 있다.
"스마트 지속가능한 도시는 정보통신기술(ICT) 및 기타 수단을 사용하여 삶의 질, 도시 운영 및 서비스의 효율성, 경쟁력을 향상시키는 동시에 경제적, 사회적, 환경적, 문화적 측면에 관련된 현재와 미래 세대의 요구를 충족시키는 혁신적인 도시이다." 권장 사항 ITU-T Y.4900

ICTs are Core Enablers of Frontier Technologies.

ICT는 프런티어 기술의 핵심 원동력이다. 이들은 데이터 처리와 분석을 위한 디지털 인프라를 제공하며, 둘 모두 프런티어 기술에 중요하다. 인터넷 접속은 시민들이 디지털 경제에 참여하고 도시의 전반적인 지 가능성과 경제 경쟁력을 향상시키는 데 필수적이다. 하지만 특정 프런티어 기술의 구현 자체가 긍정적 영향을 보장하는 것은 아니기 때문에 도시는 글로벌 가치에 뿌리를 둔 프레임워크를 채택해야 하며 누구도 뒤쳐지지 않고 이런 기술을 개발과 활용에 진보할 것을 추구하는 인간 중심의 접근 방식을 개발해야 한다.



Connecting cities with the Sustainable Development Goals

지속가능한 개발 목표로 도시 연결

프런티어 기술의 쇄신적 잠재력은 도시가 지속가능한 개발에 대한 접근 방식을 재창조하게 하고 개발 전략을 지속 가능한 개발 목표(SDG)에 맞출 수 있도록 전례없는 기회를 제공한다. 2015년 193개 UN 회원국 모두가 채택한 17개 SDGs는 도시가 글로벌 과제를 해결하고 포용적 성장을 달성할 수 있는 가장 포괄적인 개발 청사진을 제공한다.

특히 도시는 지속 가능한 길로 세계를 이끌 정책이 시작되는 중심점이다. 오늘날 세계 인구의 절반 이상이 도시 지역에 살고 있다. 이 비율은 2050년까지 68%에 이를 것으로 예상된다.[5] 그러나 10억 명이 넘는 사람들은 여전히 빈민가나 비공식 정착지에 살고 있다. 약 20억 명의 사람들이 폐기물 수거 서비스를 받지 못하고 있고 30억 명은 통제된 폐기물 처리 시설을 이용할 수 없다.[6] 또한 전 세계 탄소 배출량의 60~80%가 도시에서 나온다.[7] 인구가 밀집된 도시 지역은



The disruptive potential of frontier technologies provides cities with an unprecedented opportunity to reinvent their approach to sustainable development and align their development strategies with the Sustainable Development Goals (SDGs).

특히 빈번한 극단기후와 자연 재해에 더욱 취약하다.[8] 도시를 보다 안전하고 지속가능하게 만드는 것이 왜 중요한가는 SDG 11 "포용적이고 안전하며 회복력 있고 지속가능한 도시와 인간 정착지 만들기"에 분명하게 반영되어 있다. 17개의 각각 SDGs는 급속한 도시화와 밀접하게 관련되어 있지만, SDG 11은 무엇보다도 안전하고 포용적이며 접근가능한 주택 및 교통 시스템을 모든 사람이 이용하도록 서비스를 제공하며 자연 재해로 인한 피해자나 사망자 수를 줄이고 도시와 인간 정착지의 자원 효율성을 증가시킬 것을 요구한다.[9]

따라서 도시가 직면한 가장 큰 과제는 이미 도시 지역에 거주하거나 2030년까지 도시에 정착할 모든 시민을 위해 지속가능한 환경, 사회, 경제 생태계를 개발하는 것이다. 이 리포트의 다음 섹션에서 자세히 설명했듯이 프런티어 기술은 지속가능한 개발의 세 가지 근간에 긍정적으로 기여할 수 있다.[10] 전략적 프레임워크로서 SDGs의 지원을 통해 프런티어 기술은 SDGs 목표를 이뤄가는 도시를 지원하는 긍정적 변화를 주도할 수 있다.[11]



Cities, in particular, are at the centre of initiating policies that would steer the world towards a sustainable path. The proportion is expected to reach 68 per cent by 2050.



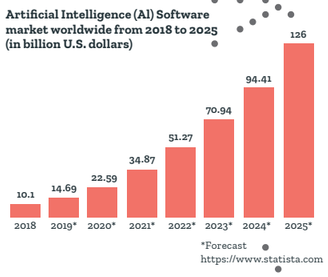
The importance of making cities safer and more sustainable is unambiguously reflected in SDG 11 "Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable".



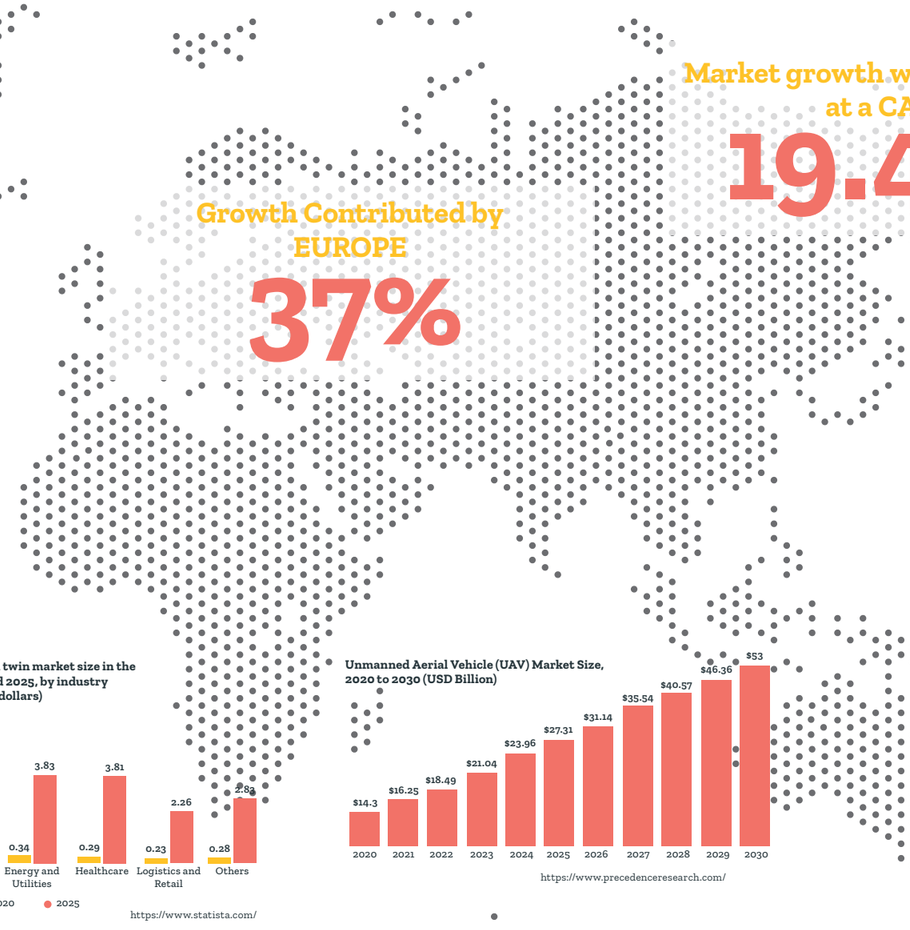
With the support of the SDGs as a strategic framework, frontier technologies can drive positive changes that would support cities in reaching the targets within SDGs.

Frontier Technologies Market

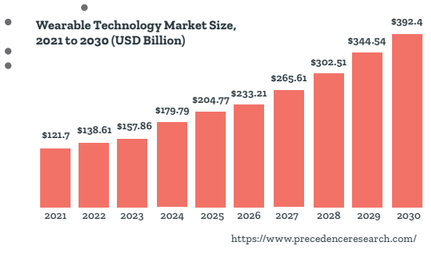
Latest market research report titled Smart City Market by Application and Geography - Forecast and Analysis 2021-2025 has been announced by Technavio which is proudly partnering with Fortune 500 companies for over 16 years,

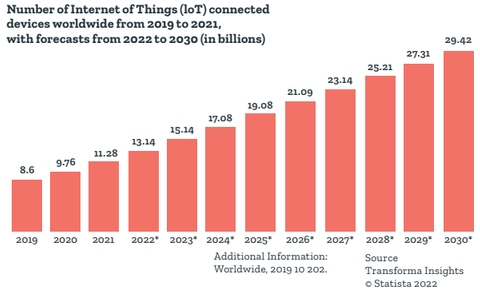


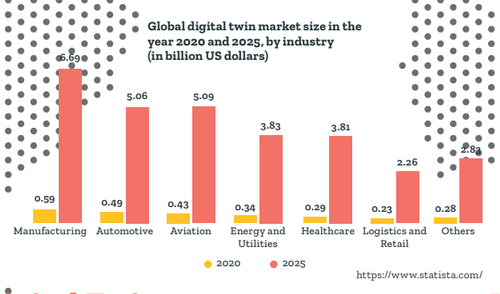


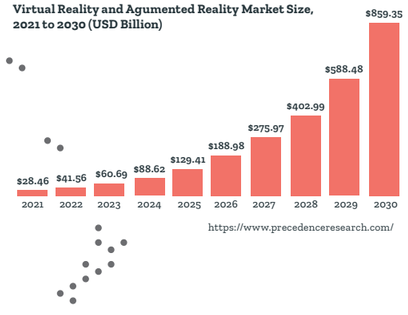












Artificial Intelligence (AI) Market

the global artificial intelligence (AI) in marketing market was valued at $11.73 billion in 2020, and is expected to reach $82.70 billion by 2028, growing at a CAGR of 26.58% during the forecast period., Inkwood Research

Internet of Things (IoT) Market

IoT Analytics offers slightly different figures, estimating the number of IoT devices in use worldwide by the end of 2020 as 21.7 billion. This will hit 30 billion by 2025, the analyst firm estimates., TechInformed

Digital Twin Market

The Global Digital Twin Market size is expected to reach $63.5 billion by 2027, rising at a market growth of 41.7% CAGR during the forecast period., KBV Research

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) market

The Unmanned Aerial Vehicle (UAV) market size reached USD 23.60 Billion in 2021 and is expected to register a revenue CAGR of 14.6% during the forecast period., Marketysers Global Consulting LLP

Wearable Technology Market

The global wearable technology market is expected to grow at a compound annual growth rate of 13.89% during the forecast period 2022 to 2030. The global wearable technology market size was estimated at USD 121.7 billion in 2021 and is expected to surpass around USD 392.4 billion by 2030., Precedence Research

Virtual Reality/ Augmented Reality Market

The global augmented reality and virtual reality market size was estimated at USD 41.56 billion in 2022 and is projected to hit around USD 859.35 billion by 2030, growing at a CAGR of 46.03% during the forecast period 2022 to 2030., Precedence Research

01 Artificial Intelligence

The Objectives of This Report

이 리포트는 U4SSC 보고서*를 바탕으로 도시의 프런티어 기술 영향에 대한 일반적 개요를 제공하기 위한 목적으로 제작되었다. 다양한 도시 서비스와 운영을 보다 효율적이고 지속 가능하게 만드는 각 기술의 기여도를 평가하고자 6가지 프런티어 기술과 그 구현 가치를 강조하고 있다. 이 보고서가 살펴본 6가지 프런티어 기술은 인공지능, 사물 인터넷, 디지털 트윈, 무인항공기/드론, 웨어러블 기술, 그리고 가상 현실(VR)/증강 현실(AR)이다.

"프런티어 기술" 개념은 상호 연결되고 상호 의존하는 서로 다른 기술의 융합을 의미한다는데 주목해야 한다. 어떤 프런티어 기술도 단절된(즉, 격리된)채 존재할 수 없다. 예를 들어 드론의 기술 발전은 IoT와 AI의 발전에 달려있다. 센서 기술은 물리적 개체와 디지털 개체 간의 매핑을 촉진하기 때문에 디지털 트윈 기술의 부상은 IoT와도 관련이 있다. 비슷한 맥락에서, 가상 현실 헤드셋은 웨어러블 기술로 분류될 수도 있다. 프런티어 기술의 현재 구현 관행을 기반으로, 이 리포트는 각 기술과 관련된 몇 가지 예시 사례를 제공하고 지속가능한 스마트시티에서 그 사례들이 가지는 가치에 대해서도 제안할 것이다. 이를 위해 이 리포트는 활용 맥락을 제외한 특정 기술에 대한 정의없이 프런티어 기술을 업그레이드하고 스마트시티 전환을 촉진하는 방법을 간략히 제시한다.



*Accelerating city transformation using frontier technologies, A U4SSC deliverable

Objectives

01 Artificial Intelligence
AI can profoundly change the way citizens interact with both physical and digital world.

02 The Internet of Things
The Internet of things (IoT) can provide cities with the ability to collect and analyse data on key infrastructure and public utilities and services.

03 Digital Twin
The digital twin has significant potential in improving operational efficiency, resiliency and sustainability, reducing maintenance issues, optimising production outputs, and much more

04 Unmanned Aerial Vehicles/Drones
Humanitarian drones in particular have contributed significantly to disaster relief efforts worldwide

05 Wearable Technology
Wearables are wearable objects or gadgets that use sensing technologies to track user movement and collect biometric data for different uses.

06 Virtual Reality/Augmented Reality
Virtual reality (VR) offers users an immersive experience using a computer-generated reality.

Artificial intelligence

인공지능(AI)은 4차 산업혁명(4IR)의 중심이다. AI는 2030년까지 세계 경제에 미화 15.7조 달러를 추가하리라 예상된다. 주요 도시들은 이미 AI 역량을 확장하고 가까운 미래에 AI를 사용해서 디지털 경제에 기여할 수 있는 차세대 인재를 육성하는 데 많은 투자를 했다. 샌프란시스코는 이것을 가장 초기에 채택한 도시 중 하나이며 AI 기반 기술의 선구적인 도시이다. 샌프란시스코의 기술 회사들은 이미 AI 관련 활동에 미화 114억 달러 이상을 투자했다. 이러한 관심은 또한 학계에도 스며들어, 여러 대학이 학생들의 AI 개발을 장려하는 과정을 만들고 도시 지속가능성을 추진하는 데 중점을 둔 AI 기반 연구에 자금을 지원하도록 했다. 또한 영국 런던에는 베를린과 파리를 합친 수의 두 배에 달하는 750개 이상의 AI 기업이 있으며 이는 런던을 '유럽의 AI 수도'로 만들었다.

AI and the fourth industrial revolution

Artificial intelligence (AI) is the centrepiece of the fourth industrial revolution (4IR).

AI는 시민이 물리적 세계와 디지털 세계 양쪽이 상호 작용하는 방식을 근본적으로 바꿀 수 있다. AI 기반 소프트웨어와 시스템은 이미 글로벌 온실가스 배출량 감소, 에너지 사용 최적화, 도시 서비스 간소화와 같은 글로벌 과제를 해결하는 데 결정적인 역할을 하고 있다. 지능형 센서나 센서 네트워크에서 수집된 데이터를 AI 알고리즘에 넣어줌으로써, 도시는 자연재해에 대한 예방조치를 취하고, 수계의 이상을 감지하고, 긴급 상황에 대한 조기 대응을 제공하며, 필요에 따라 도시 관리의 다른 측면을 개선할 수 있다.

AI의 잠재력은 정보에 입각한 의사결정을 지원하는 데에 국한되지 않는다. 머신러닝(Machine Learning, ML) 기술을 통해 AI는 관찰하며 학습하고 인간의 행동을 모방하며 인간의 가치를 해독할 수 있다. AI 기반 로봇은 무인 항공기를 조종하고 수술을 실시하며 분쟁 지역에서 구호 활동을 지원해 왔다.

오늘날 대부분의 자동차에는 외부와 내부 데이터를 수집하고자 4,000개 이상의 센서가 설치되어 자율 주행 자동차 개발의 길을 닦고 있다. 자율주행 자동차 테스트는 이미 미국 36개 도시에서 진행 중이다.

주변 환경을 관찰하고 서로간 통신이 가능한 자율주행 자동차(Self-Driving Car, Autonomous Vehicle)의 배치는 도로 안전을 개선하여 잠재적으로 신호등을 쓸모없게 만들 수도 있다.[13]



AI can profoundly change the way citizens interact with both physical and digital world.



The advancement of AI has also brought many uncertainties. Jobs being replaced by AI is among the most prominent concerns among citizens.

도시 영역에서의 잠재력에도 불구하고 AI의 발전은 많은 불확실성을 가져왔다. AI가 일자리를 대체할 것인지는 시민들 간의 가장 두드러진 관심사 중 하나이다. 옥스퍼드 대학 연구자들이 실시한 연구에 따르면 미국 전체 고용의 최대 47%가 향후 수십년 동안 자동화될 가능성이 있는 직업과 관련이 있다고 한다. 또한 자동화는 잠재적으로 2030년까지 4억~8억개의 일자리를 대체할 수 있으며, 이로 인해 3억 7천 5백만 명의 사람들이 다른 일자리를 찾게 될 수도 있다.[14]
알려진 또 다른 주요 관심사는 AI 알고리즘에도 반영될 수 있는 데이터 편향이다.
연구에 따르면 데이터 세트에서 세 가지 유형의 편향 (Bias)이 발견될 수 있다. 상호작용 편향(Interaction Bias) - 예: 정보 부족으로 인해 얼굴 인식에서 사람들이 오인되는 경우, 잠재 편향(Latent Bias) - 예: 과거 데이터와 고정 관념에 따라 사람들이 잘못 식별됨 그리고 선택 편향(Selection Bias) – 예: 데이터 세트가 특정 그룹을 과도 또는 과소하게 표현하고 선택 프로세스에 영향을 줌.[15] AI 데이터 편향의 가장 두드러진 예 중 하나는 대체 제재 소프트웨어 또는 COMPAS를 위한 교정 위반자 관리 프로파일링이다.[16] COMPAS는 뉴욕, 캘리포니아, 위스콘신 및 미국의 다른 주에서 범죄자의 재범 위험을 평가하고 관련 의사결정을 지원하는 데 사용되었다. 편향된 데이터는 아프리카계 미국인 인종이 백인 인종 보다 재범죄 가능성이 2배 더 높다는 잘못된 예측을 제시했다.

"The advancement of AI has also brought many uncertainties. Jobs being replaced by AI is among the most prominent concerns among citizens."

AI의 발전은 많은 불확실성도 가져 왔다. AI가 일자리를 대체할 것인지는 시민들 간의 가장 두드러진 관심사 중 하나이다.

뿐만 아니라 AI 배포에 부작용을 일으키거나 저해하기 시작한 새로운 관심사는 그 애플리케이션들이 환경적으로 어떤 효율성을 가지는가라는 측면이다. 머신 러닝(Machine Learning) 방법을 사용하여 AI 모델을 훈련시키는 것은 에너지 집약적 프로세스가 될 수 있다. 매사추세츠 대학교 애머스트에서 수행된 최근 연구에 따르면 특정 신경망 아키텍처를 훈련하고 검색하는데 대략 66,000파운드의 이산화탄소가 배출되며 이는 평균 미국 자동차 수명주기 배출량의 5배에 해당한다.[17]
AI가 바람직한 영향을 주려면 도시는 개방적이고 참여적인 프로세스를 통해 AI 개발에 대해 안내하는 윤리적 프레임워크를 적용해야 한다. 맥락에 관계없이 AI 와 머신러닝 모델은 다음과 같아야 한다.
• 합법적(Lawful): 모든 관련 법률 및 규정을 준수,
• 윤리적(Ethical): 모두가 공유하는 윤리적 원칙과 가치를 존중,
• 사회적(Robust): 사회적 환경을 고려[18]
또한 도시가 AI 솔루션을 계속 적용하고 이러한 솔루션을 성공적으로 확장하려면 도시는 AI와 머신러닝의 환경적 성능을 고려해야 한다.

Optimising Urban Operations using AI

AI를 이용한 도시 운영 최적화

AI 힘을 활용함으로써 도시를 보다 효율적이고 효과적으로 운영할 수 있다. AI 소프트웨어는 더 나은 의사결정을 위해 방대한 양의 데이터를 분석하여 유용한 패턴을 식별하고 이상을 감지할 수 있으므로 시 정부와 시민 모두에게 상당한 이점을 제공한다.
다양한 영역에서의 AI 사용은 교통, 폐기물 관리 및 보건 의료를 포함한 여러 도시 운영에 상당한 영향을 미쳤다.
운송은 AI 기술을 가장 먼저 채택한 부문 중 하나이다. 운송을 위한 글로벌 AI 시장은 2017년에 14억 달러로 평가되었다. 이 숫자는 2023년까지 35억 달러에 이를 것으로 예상된다.[19] 도쿄에서는 2018년 AI 기반 택시 서비스를 실시하여 교통 혼잡을 줄이고 다가오는 올림픽 (현재 2021년으로 재조정)에 대비하여 도시의 이동성을 개선했다.
도쿄 시는 스마트폰에서 수집한 위치 기반 빅데이터를 활용하여 택시 수요와 유입을 예측하는 택시 출동 지원 시스템을 개발하고자 현지 자동차 제조업체, 통신 사업자, 국제 컨설팅 회사와 제휴했다. 이 AI 애플리케이션은 지역 내 점유 택시 수, 택시 서비스 로그 및 인구 통계를 기반으로 택시 수요를 예측할 수 있다. 택시 수요를 예측하는 기능은 도시에 도착하는 관광객이 유입되는 특별 행사(예: 올림픽) 중에 특히 유용하다. 이 시스템의 94%의 높은 정확도를 보이며 해당 영역의 이동성이 크게 향상되었다.[20]
대중교통의 효율성과 안전성 향상을 위해 AI를 사용하는 추가 시범 프로젝트가 구상 및 실행되고 있다. 이러한 시범 프로젝트 중 하나는 올림픽을 앞두고 도쿄에 배치되고 있는 자율 택시이다. 안전상의 이유로 이러한 자율주행 택시에는 긴급 상황 제어가 가능한 운전자가 함께 동승한다. 이러한 자율 주행 택시

제조업체는 이러한 차량이 택시 서비스 비용을 절감하고 특히 외딴 지역에서보다 광범위하게 이용할 수 있다는 사실을 강조한다.[21] 독일, 미국, 중국은 유사한 시범 주행을 수행했다. 예를 들어 미국의 자율 주행 트럭은 물류 운영 비용을 45%까지 줄일 수 있다.
AI 소프트웨어로 구동되는 데이터와 분석을 활용하여 수요를 예측하고 배송 경로를 최적화함으로써 화주와 운송업체는 재고 공간을 75%까지 줄이고 비용을 15~30% 줄이며 관리 비용을 80%로 줄일 수 있다.[22]
광범위한 관심에도 불구하고 자율주행 자동차는 안전에 대한 우려와 사고에 기반한 사업체 교체(예: 보험)부터 규제의 불명확에 대한 두려움에 이르기까지 여러 가지 문제에 직면해 있다.[23] [24]

"AI software can identify useful patterns and detect anomalies through analysing a vast amount of data to inform better decision-making, bringing significant benefits to both city governments and citizens alike"

AI 소프트웨어는 더 나은 의사결정을 위해 방대한 양의 데이터를 분석하여 유용한 패턴을 식별하고 이상을 감지할 수 있으므로 시 정부와 시민 모두에게 상당한 이점을 제공한다.

폐기물 관리 역시 도시 운영에서 AI의 혜택이 가능한 분야이다. 현재 전 세계적으로 매년 약 20억 1천만 톤의 도시 고형 폐기물이 발생한다. 이 숫자는 2050년까지 34억 톤으로 증가할 것이라 예상된다. 전 세계적으로 발생하는 총 폐기물의 1/3에서 40%가 적절하게 처리되지 않아 건강 및 환경 위험 증가에 큰 영향을 주고 있는 것으로 추정되며, 특히 개발 도상국의 대부분 폐기물은 매립되거나 또는 공개적으로 태워지고 있다.[25]
폐기물의 효과적인 관리는 도시가 해결해야 할 중요한 과제가 되었으며 AI는 이미 이 분야에서 도시가 직면하고 있는 압력을 완화하는 데 큰 진전을 이루고 있다. AI 기반 분류 기술은 폐기물 관리의 효율성과 생산성을 개선하여 폐기물 관리 프로세스를 현대화할 수 있다. AI와 머신러닝은 지방자치단체의 폐기물 분류에 점점 더 도움을 주고 있다. 자율로봇은 다양한 유형의 쓰레기 이미지를 사용하여 쓰레기들을 식별하고 나중에 관리가 더 잘 이루어지도록 적절하게 분류하는 훈련을 받고 있다.

뿐만 아니라, AI는 플라스틱 용기에서 여러 다른 용기에 이르기까지 재활용 가능한 재료를 인식하여 재활용 용도로 분류하거나 재료를 회수할 수 있도록 로봇 교육을 담당하고 있다. 이 로봇은 인간의 작업보다 두배나 더 효과적일 수 있으며 재활용률을 크게 향상시킬 수 있다.[26] AI는 비전 센서가 장착된 지능형 쓰레기통에 버려지는 쓰레기 유형을 식별하고 유형별로 쓰레기통으로 분류하도록 훈련시키고 있다. 이런 지능형 쓰레기통은 쓰레기통이 가득차면 이를 감지하여 수거 트럭의 경로를 최적화한다.[27] 미국에서는 분류 로봇이 플로리다주 사라소타에 배치되어 있다. 분당 70~80개의 항목을 인간보다 두 배 더 빠르고 더 정확하게 분류할 수 있다.[28]

"AI and machine learning are helping to sort waste in municipalities. Autonomous robots are being trained using images of different garbage in order to identify their types and sort them accordingly"

AI와 머신러닝은 지방자치단체의 폐기물 분류에 점점 더 도움을 주고 있다. 자율로봇은 다양한 유형의 쓰레기 이미지를 사용하여 쓰레기들을 식별하고 적절하게 분류하는 훈련을 받고 있다.

AI는 또한 도시 보건 의료를 개선하는 데 중요한 역할을 한다. 의료 분야의 AI 총 투자는 2021년까지 66억 달러에 이를 것으로 예상된다. 의료 부문에서 AI 애플리케이션을 사용할 경우, 가상 간호 보조원과 관리 워크플로 지원에서 자동화된 이미지 진단 및 로봇 보조 수술에 이르기까지 2026년까지 연간 1,500억 달러를 절약할 수 있을 것으로 예상된다.[29]
의료 분야에서 전체 AI 애플리케이션의 거의 1/3을 차지하고 있는 것은 의료 진단이다. 환자 사망의 약 10%가 진단 오류 때문이며 병원 합병증은 17%에 이른다.
AI는 방대한 양의 건강 데이터와 의료 기록을 검토하여 의료진이 환자를 올바르게 진단할 수 있도록 지원하는 강력한 알고리즘을 생성함으로써 이러한 문제를 극복하는 데 도움을 줄 수 있다.
세계 인구가 계속해서 고령화되고 동시에 기대수명도 계속 증가함에 따라 환자를 올바르게 진단하는 능력은 더욱 중요해질 것이다. 의료 진단에 AI를 적용하는 방법은 여러 가지가 있다.[30] 예를들어, 챗봇은 음성인식을 사용하여 환자의 증상을 식별하고, 간단한 진단을 하며, 보고된 증상을 질병 데이터베이스와

비교하여 권장사항을 제공함으로써 가상 간호 보조원 역할을 할 수 있다. 가상 간호는 또한 불필요한 병원 방문을 줄이고 의료 전문가의 부담을 줄여준다. AI 기반 가상 간호 보조원은 연간 최대 200억 달러를 절약할 수 있을 것으로 추정된다.[31]

연중무휴 24시간 원격 진단 기능은 의료 서비스에 접근하기 어려운 외딴 지역에서 특히 유용하다. 그리고 딥러닝 기술은 AI 알고리즘을 훈련하여 암 조직을 인식하고 병리학 이미지를 해석하여 정확도와 진단 속도를 향상시킨다.[32] AI는 수술용 로봇에도 적용되고 있다. 의료 데이터와 복잡한 알고리즘을 분석함으로써 AI는 최적의 외과수술을 결정하고 수술의 정확성과 정밀도를 향상시킬 수 있다. AI 지원 로봇 수술은 환자의 입원률을 21%로 줄일 수 있으리라 추정된다.[33] 오늘날 가장 인기있는 수술용 로봇으로는 최소 침습 수술을 위해 배치된 다빈치 수술 시스템(Da Vinci Surgical System)이 있으며, 이 로봇은 2017년 한 해에만 미국에서 약 700,000회의 수술을 수행했다.[34] 다빈치 시스템은 미국 이외 지역에서도 19만 건의 수술에 사용되었으며 대부분은 비뇨기과 관련 수술이었다.[35] 또 다른 AI 지원 수술 로봇은 박동하는 심장 표면에 최소 침습 수술을 수행하도록 설계된 하트랜더 수술 로봇(HeartLander Surgical Robot)이다.[36]

2019년 코로나 바이러스(COVID-19) 대유행으로 전 세계적으로 전염병이 확산되었으며 많은 지역에서 의료 자원이 고갈되고 있다. COVID-19의 신속한 진단과 예후豫後가 더 좋지 않은 고위험군 환자를 찾는 것은 조기예방 및 의료 자원 최적화에 중요하다. 딥러닝은 COVID-19를 빠르게 검사하고 잠재적인 고위험군 환자를 찾을 수 있는 편리한 도구를 제공한다.[37]

위의 관점에서 볼 때 AI가 특히 교통, 폐기물 관리 및 의료 분야에서 도시 서비스와 운영을 근본적으로 재편하고 있다는 것을 확실히 알 수 있다. AI는 패턴과 정보를 분석하고 해석하고 해부하는 주요 기능을 제공하는 광범위한 프런티어 기술의 근간이다. 도시에서의 AI 적용은 금융, 교육, 공급망 관리 등과 같은 영역으로 더욱 확장될 수 있다.

베이징, 샌프란시스코, 오스틴, 토론토, 시애틀, 싱가포르는 모두 AI에 상당한 투자를 하고 AI 역량을 확장하여 세계 최고의 기술 허브가 될 준비가 되어 있다.[38]

Endnotes

1. https://www.sandiego.gov/sites/default/files/sust-smartstreetlightpublicmeeting-091019.pdf
2. https://www.sandiego.gov/sustainability/energy-and-water-efficiency/programs-projects/smart-city
3. http://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf
4. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837718312134
5. https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html
6. https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-11/
7. https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities -and-communities.html
8. https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/technical/TP2019-4.pdf
9. https://sustainabledevelopment.un.org/sdg11
10. https://www.un.org/ecosoc/en/sustainable-development
11. https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-U4SSC-Deliverable-Connecting-Cities/mobile/index.html#p=1
12. https://blog.re-work.co/blog-post-top-10-cities-in-ai/
13. https://www.archdaily.com/931640/how-will-autonomous-vehicles-impact-cities
14. https://www.iotforall.com/impact-of-artificial-intelligence-job-losses/#:~:text=A%20two%2Dyear%20study%20from,the%20world's%20current%20human%20labor.
15. https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2020/02/07/biased-algorithms/#1505734d76fc
16. https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing
17. http://news.mit.edu/2020/artificial-intelligence-ai-carbon-footprint-0423
18. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016328719303726
19. https://www.psmarketresearch.com/press-release/ai-in-transportation-market
20. https://www.tu-auto.com/ai-powered-taxi-service-aims-to-improve-mobility-in-tokyo/
21. https://asia.nikkei.com/Business/Business-trends/World-s-first-autonomous-taxi-starts-operating-in-Tokyo
22. https://www.mckinsey.com/industries/travel-transport-and-logistics/our-insights/distraction-or-disruption-autonomous-trucks-gain-ground-in-us-logistics
23. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/Autonomous-driving-in-Germany_PoV.pdf
24. https://www.forbes.com/sites/jeffmcmahon/2020/01/27/the-4-reasons-autonomous-vehicles-seem-to -have-stalled-in-the-us/#28df3c792fe6

25. https://www.wastedive.com/news/world-bank-global-waste-generation-2050/533031/
26. https://www.cnbc.com/2019/07/26/meet-the-robots-being-used-to-help-solve-americas-recycling-crisis.html
27. https://tractica.omdia.com/artificial-intelligence/modernizing-waste-management-through-ai/
28. https://www.cnbc.com/2019/07/26/meet-the-robots-being-used-to-help-solve-americas-recycling-crisis.html
29. https://www.forbes.com/sites/insights-intelai/2019/02/11/ai-and-healthcare-a-giant-opportunity/ #3b43befc4c68
30. https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-learning-medical-diagnostics-4-current-applications/
31. https://hbr.org/2018/05/10-promising-ai-applications-in-health-care
32. https://healthcare-in-europe.com/en/news/artificial-intelligence-diagnoses-with-high-accuracy.html
33. https://www.bernardmarr.com/default.asp?contentID=1542
34. http://magazine.invivox.com/en/training-room-en/training-da-vinci-robots/#:~:text=In%20the%20past%20two%20years,Dr.
35. https://www.cma.ca/sites/default/files/pdf/health-advocacy/activity/2018-08-15-future-technology-health-care-e.pdf
36. https://www.ri.cmu.edu/project/heartlander/
37. https://erj.ersjournals.com/content/early/2020/05/19/13993003.00775-2020
38. https://blog.re-work.co/top-10-cities-in-ai-2020/



In focus – using AI to create cycling routes, London

포커스 - AI를 이용한 자전거 경로 만들기, 런던

영국의 런던 시는 유럽에서 가장 혼잡한 기능적 도시 지역 중 하나로 간주된다. 연구에 따르면 연간 교통에 허비되는 시간은 독일 슈투트가르트가 73시간 인데 비하여 런던은 2015년 101시간이었다.[39] 런던의 도로가 어떻게 사용되고 있는지 더 잘 이해하고 시민을 위한 새로운 자전거 길을 만들고자 런던교통공사(Keeping London moving - Transport for London, TfL)은 AI를 사용하여 도로 사용자를 감지하고 그들이 이용하는 교통수단을 인식하는 지능형 센서를 시험해 왔다. [40]



Artificial intelligence to help fuel London's cycling boom - BikeBiz , https://bikebiz.com/artificial-intelligence-to-help-fuel-londons-cycling-boom/amp/



Cyclists in London (Source)

Artificial intelligence to plan new cycle routes trials begin in London | Traffic Technology Today , https://www.traffictechnologytoday.com/news/vulnerable-road-users/artificial-intelligence-to-plan-new-cycle-routes-trials-begin-in-london.html#prettyPhoto



이 센서는 밀뱅크(Millbank)를 따라 위치한 바쁜 교차로에 배치되었으며 지속적으로 도로 상태에 대한 데이터를 수집한다. 이러한 센서를 배치하기 전에 TfL은 도로 위의 자전거 운전자 수를 식별하기 위해 수동 교통량 데이터에 의존해 왔었다. 센서는 도로 상태를 모니터링하고 AI를 사용하여 통행자의 교통수단을 연중무휴로 식별했으며 새로운 자전거 인프라를 구축하고



교통혼잡을 줄이도록 TfL을 지원할 귀중한 자료들을 수집했다. 또한 캡처된 모든 비디오는 몇 초 내에 처리되고 폐기되므로 개인 데이터가 보존되지 않는다.
TfL은 센서는 최대 98% 정확도를 가진 것으로 보고되었으며 런던 시는 20개의 서로 다른 위치에 43개의 유사한 센서를 더 설치할 계획이다.[41]



센서는 도로 네트워크 시스템을 현대화 하려는 도시의 광범위한 노력의 일부이다. 센서는 교통신호 및 기타 제어 시스템과 잠재적으로 연결되어 런던의 혼잡 문제 해결을 위한 실시간 데이터를 제공할 수 있고, 이는 또한 런던 시내를 왕래할 때 도보, 자전거 또는 대중교통 이용 비율을 80%까지 끌어올리려는 시장의 목표를 이루는데도 도움이 된다.[42]



Journal / London going Dutch on a bicycle... The Academy of Urbanism

https://www.academyofurbanism.org.uk/journal-london-going-dutch-on-a-bicycle/

In focus – AI for water quality monitoring, Shandong province

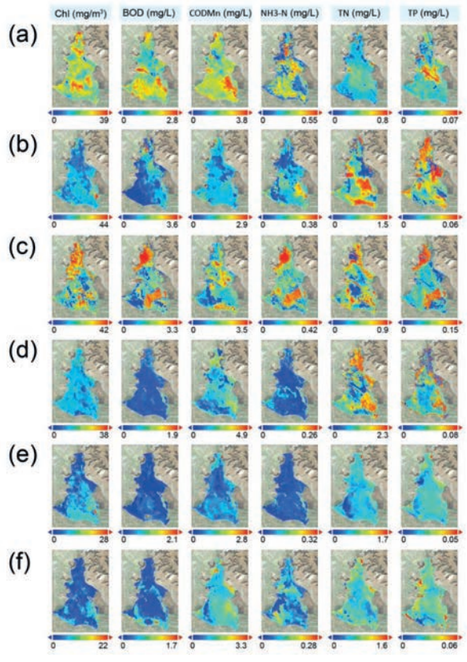
포커스 - 수질 모니터링 AI, 산동지방

지구 표면의 거의 70%가 물로 덮여 있음에도 불구하고, 이 담수의 3%만이 농업과 인간이 쓸 수 있다. 결과적으로 폐수로부터 물을 재활용하고 회수하는 것은 식수, 산업, 재생 에너지 생산 및 농업에 대한 활용을 최적화하기 위해 필수적이다. 특히 강은 농업 공동체에서 관개를 위한 중요한 담수의 원천이다. 그러나 하천수질은 오염원이 물 순환에 유입되는 점원과 비점원에 의해서 위협받을 수 있다. 따라서 관개용으로 강물을 사용하기 전에 수질오염물질의 특성을 파악하고 그 원인을 추적하는 것이 중요하다. 담수 자원에 대한 부담을 줄이기 위해 폐수(즉, 재생수)도 관개에 효과적으로 사용할 수 있다.

그러나 재생수 관개는 지하수 매장지로 스며드는 오염 물질로 인한 추가 위험성으로 잠재적 오염의 위험을 안고 있다.
베이징 사범 대학(중국), 아시아 공과 대학(태국), 산동 환경 계획 아카데미(중국)를 포함한 대학 그룹에서 AI 시스템을 기반으로 통합 장단기 기억 네트워크(Long Short-Term Memory, LSTM)의 아프리오리(Apriori) 교차상관 및 연관규칙에 대한 연구가 수질오염물질의 특성을 식별하고 산업 점원을 추적하기 위해 산동성에서 이루어졌다.
이 프로젝트의 목적을 위해 산동성의 기존 수질 모니터링 데이터를 사용하여 수질 상호상관지도(Cross-correlation Map)를 개발했다.

Deep Learning-Based Water Quality Retrieval in an Impounded Lake Using Landsat 8 Imagery: An Application in Dongping Lake

이 지도는 상관관계가 높은 오염물질(수질에 영향을 미치는)을 식별하는 기초를 제공했고, 아프리오리를 사용하여 오염물질, 오염원, 일반적인 오염 지점을 확인하고자 추적했다.
이진 분류를 넘어서는 오염 점원과 수질의 복잡한 관계를 이해하기 위해 LSTM 알고리즘을 사용한 신경망을 통해 모니터링 지표를 식별했다.
프로젝트 전반에 걸쳐 LSTM 알고리즘은 높은 예측 정확도를 제공했고 향후 수질에 영향을 미칠 수 있는 잠재적 산업 오염 점원을 추적할 수 있었다.



Maps for the estimated water quality variables for Dongping Lake on, https://www.mdpi.com/2072-4292/14/18/4505/htm

따라서 LSTM은 수질 변화를 감지하고 점원 오염물질의 비정상적 변동을 식별할 수 있는 신뢰할 수 있는 시스템으로 간주되었다. 이 프로젝트의 결과를 바탕으로 LSTM를 적용하여(담수원 및 재생수에서 얻어지는) 관개수에 존재하는 독성 물질을 발견하기 위한 효과적인 대규모 AI 기반 수자원 모니터링에 활용할 수 있다. 또 다른 잠재적 오염 점원을 예측하는 LSTM의 잠재력과 결합된 이러한 기능은 농업 산업이 직면한 문제를 해결하는 데 매우 적절할 것이다. 따라서 이 시스템으로 관개 원천의 오염과 관련된 환경문제를 극복할 수 있으며, 더불어 이 부문에 종사하는 개인의 생계 보호와 작물의 지속 가능한 수확량을 지원할 것이다.[43]

DATA

Data - Satellite Data, In Situ Water Quality Observation Data

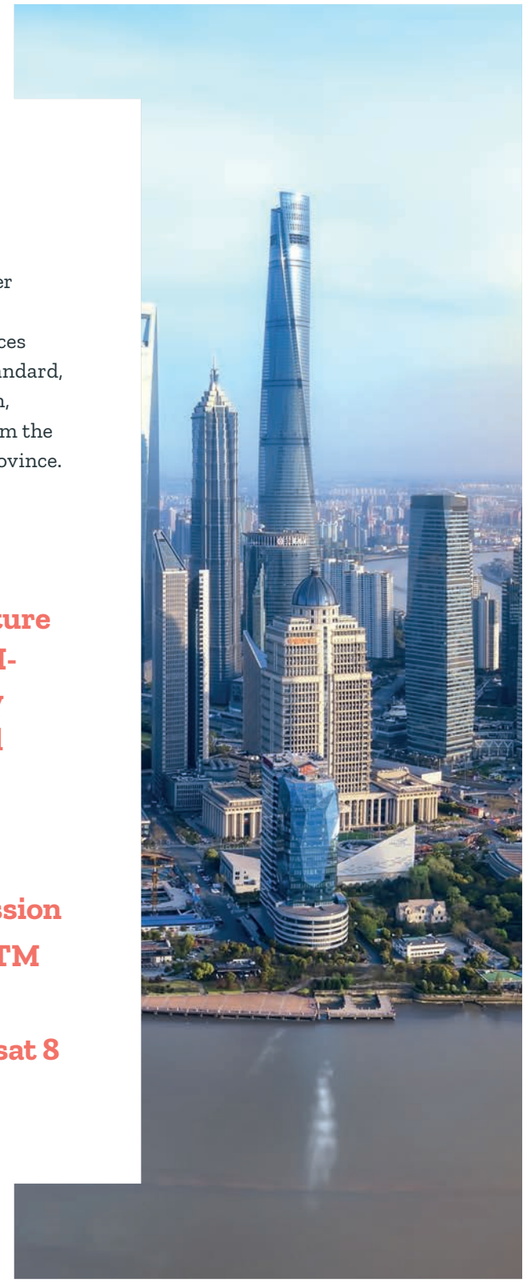
Landsat 8 OLI is one of the most commonly used satellites for water quality monitoring.
A system of physicochemical indices according to the GB3838-2002 standard, including Chl-a, BOD, TN, CODMn, NH3-N, and TP, were obtained from the local government of Shandong Province.

MODEL

Method - Preparation and Processing of the Satellite Imagery, Feature Extraction, ConvLSTM-Derived Water Quality Estimation, Statistical Analysis

APPLI-CATION

Evaluation and Regression Results of the ConvLSTM Model, Water Quality Retrieval for the Landsat 8 OLI Images



02

Internet of Things

The Internet of things

IoT and a connected city

사물인터넷

IoT와 연결된 도시

전세계 인구의 절반 이상이 이미 도시에 살고 있고 추가로 25억 인구가 2050년까지 도시 지역으로 이주하리라 예상되는 상황에서 도시는 이러한 이주 추세를 따라 잡고 지속적으로 누구도 뒤쳐지지 않고 모든 시민들이 기본적 필요 서비스를 전달받도록 더욱 효율적이고 지속가능하며 탄력적이어야 한다.[44] [45]

사물인터넷 (IoT)은 주요 인프라와 공공 유틸리티 및 서비스에 대한 데이터를 수집하고 분석하는 기능을 도시에 제공한다. 지능형 센서, 네트워크, 장치, 애플리케이션을 통해 도시는 에너지 사용량, 교통혼잡, 대기질, 도시 서비스 품질, 기후변화, 자연재해 등을 모니터링할 수 있다. 이론적으로는 다양한 종류의 IoT 장치를 설치하여 모든 것이 인터넷에 연결될 수 있다. 빌딩들은 IoT 센서를 설치하여 사용량이 많은 시간대의 에너지 사용량을 줄임으로써 에너지 효율성을 높이고 있다. 에너지 그리드는 실시간으로 에너지 수요에 대응할 수 있어 보다 효율적으로 에너지를 분배한다. 공공 안전을 개선하기 위한 데이터 기반 애플리케이션도 개발되고 있다. 예측 통찰력을 통해 이미 시 공무원은 손상된 인프라가 붕괴되기 전에 모니터링하고 IoT 지원 추적기의 정보를 기반으로 실종자를 찾거나 정책 탐색 작업을 지원할 수 있다. 도시의 지속가능성과 탄력성을 향상시키는 IoT의 잠재력은 방대하고 매우 유망하다.

Smart City Investment
$327 billion by 2025

그 엄청난 잠재력을 감안하여 전 세계 많은 도시들이 IoT에 막대한 투자를 하고 있다. 스마트시티 투자는 2025년까지 3,270억 달러에 이를 것으로 예상된다.[46]

https://www.frost.com/news/press-releases/smart-cities-to-create-business-opportunities-worth-2-46-trillion-by-2025-says-frost-sullivan/

Connected Devices
30 billion by 2025

연결된 장치의 갯수도 2025년까지 300억 개로 증가될 것이다.[47] 런던, 코펜하겐과 마찬가지로 덴마크는 도시의 자전거 교통량을 실시간으로 모니터링하는 지능형 센서를 설치하여 자전거 길 그리고 도시의 자전거 이용자들의 편의를 개선하는 귀중한 데이터를 제공하고 있다.

Connected Car Programme,
New York City, US

미국 뉴욕시는 2015년에 커넥티드 카 프로그램을 실험했다. 이 데이터를 이용해서 시 공무원은 운전자가 교통 체증으로 인해 급제동을 할 가능성이 가장 높은 위치를 식별하고 이에 따라 도로 상태를 개선하고 혼잡을 줄일 수 있었다.[48]

Smart Streetlights
Montreal, Quebec, Canada

2018년 캐나다 퀘벡 주 몬트리올은 1억 1천만 캐나다 달러를 투자하여 132,500개의 가로등을 스마트 가로등으로 교체함으로써 도시가 조명 성능과 에너지 소비를 연중무휴 실시간으로 모니터링하고 고장 또는 오류가 발생할 경우 시 공무원에게 알릴 수 있도록 했다. 뿐만 아니라 이는 도시가 유지보수 계획을 최적화하는 데 도움이 되었다.[49]



그러나 도시 계획가와 기술 개발자는 스마트시티 발전과 IoT 솔루션의 확장에 방해가 되는 일련의 공통 과제에 여전히 직면해 있다. 도시에서 IoT 애플리케이션을 지속적으로 발전시키려면 이러한 문제를 적절히 해결하고 풀어가야 한다.

다음과 같은 문제들이 이에 포함된다.[50]

- 디지털 인프라의 가용성(Availability of Digital Infrastructure): 기존 인프라는 종종 고속 인터넷 및 무선 광대역 서비스 제공에 필요한 새로운 인프라와 호환되지 않는다. 표준화된 디지털 플랫폼이 없으면 IoT 장치와 네트워크가 데이터 저장 창고에서 개발될 가능성이 높으므로 해당 특정 공급 업체에 국한될 위험이 있다.
- 보안 및 개인 정보 문제(Security and Privacy Concerns): 모든 길모퉁이마다 카메라를 설치하면 사생활에 대한 시민들의 우려가 높아질 것이다. IoT 장치가 많아지면 잠재적 공격자의 사이버 보안 침입이 가능하게 하는 진입점도 많아지게 된다. 이러한 공격자는 전력망, 병원, 트래픽 관리 시스템과 같은 주요 인프라를 표적으로 삼아 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 수집되는 개인 데이터의 양도 놀라운 속도로 증가하고 있다. 스마트시티 보안 침해는 시민들의 민감한 정보가 권한없이 유출 또는 오용될 수 있다는 의미도 된다.
- 포용(Inclusivity): 대부분의 IoT 기기가 작동하려면 인터넷 또는 일종의 연결이 필요한데 전세계 인구의 절반 가량만이 인터넷에 접속할 수 있고 나머지 절반은 오프라인 상태에 있다.[51] IoT 발전은 계속해서 디지털 격차를 크게하고 디지털 장치나 인터넷에 접속할 수 없는 인구 집단을 더욱 소외시킬 수 있다.

그러나 인프라 부족과 인터넷 접근성이 포괄적인 IoT 개발의 유일한 장벽은 아니다. 연구에 따르면 전 세계 인구의 90%가 3G/4G/5G 네트워크 범위 내에 살고 있으며 이론적으로는 인터넷에 접속할 수 있다. 그럼에도 불구하고 특히 개발 도상국의 경제적 역량은 특정 인구 집단의 인터넷 사용이 불가하게 하는 주요 장벽이다. 높은 가격의 데이터 패키징과 낮은 연결 품질은 인터넷에 대한 관심을 줄인다. 더 중요한 것은 일부 사람들의 경우 인터넷을 사용하고 디지털 경제를 활용할 수 있는 능력과 기술이 부족하여 인터넷을 디지털 전환의 필수 구성 요소로 보지 못하고 있다는 것이다.[52]

지속가능한 성장을 추진하는 데 IoT의 잠재력을 최대한 활용하려면 도시는 IoT 채택 전략을 신중하게 계획해야 한다. 개방적이고 투명하며 인간 중심적인 접근 방식은 시민들 사이에 필요한 신뢰를 생성할 것이다. 디지털 문해력 향상 및 디지털 격차 해소를 위한 조치와 함께 IoT는 모든 사람이 디지털 기술의 혜택을 받을 수 있는 연결된 세상을 구축하는 데 크게 기여할 수 있다.

Improving City Efficiency using IoT

IoT를 이용한 도시 효율성 개발

IoT는 모니터링 기능을 강화하고, 교통 시스템의 효율성을 높이며, 도시 서비스 접근성을 향상시키는 측면에서 도시에 상당한 이점을 제공할 수 있다. 버스나 기차와 같은 대중교통 그리고 도로나 가로등과 같은 인프라에 지능형 센서를설치함으로써 도시는 실시간 추적을 사용하여 통근자의 경험을 개선하고 운영 비용을 절감하고 대중교통 이용을 촉진할 수 있다.[53]

IoT 버스는 운영 일정이 있는지, 유지관리가 필요한지 또는 탑승한 사람 수에 대한 실시간 상태 정보를 제공해준다.

통근자들은 스마트폰을 사용하거나 버스 정류장의 전자 표지판을 보면서 버스 도착 시간을 알 수 있고 그에 따라 이동시간을 예측할 수 있다.

IoT sensors also allow City Administrators

또한 IoT 센서를 사용하면 도시 관리자가 배터리 부족, 엔진 고장, 오일 교체 필요성, 검사 알림 및 기타 매개변수가 생긴 경우 경고를 보내서 차량의 상태를 평가하고 고장이 나거나 망가지기 전에 미리 예측할 수 있다.[54] 또한 IoT는 공공 차량 상태를 연중무휴로 모니터링하여 서비스가 동시간을 높이고 승객의 안전과 만족도를 높일 수 있다.

IoT has significant impact is energy consumption

IoT가 중요한 영향을 미치는 또 다른 측면은 도시의 에너지 소비이다. 2014년 국제 에너지기구는 전세계 에너지 수요가 2040년까지 37% 증가할 것으로 내다봤다.[57] IoT는 가정과 도시의 에너지 효율성 개선에 중요한 역할을 할 수 있다. 스마트 미터를 통해 사용자는 에너지 소비를 모니터링하고 정보에 입각한 선택함으로써 에너지 사용량을 줄일 수 있다.

Transportation accounted for 14 percent of global carbon emissions

2010년 전세계 탄소 배출량의 14%를 기록한 것은 운송 부분이다.[55] IoT 지원 차량을 이용하여 차량 소유자는 연료 소비를 모니터링할 수 있다. 도로 교통 실시간 추적은 차량 소유자에게 공회전 시간을 줄이고 최적경로를 선택하는 데 필요한 정보를 제공할 수 있다.

Utility companies can leverage Big data analytics to gain insight

유틸리티 기업은 빅데이터 분석을 활용하여 스마트 미터에서 인사이트를 얻고 비용과 수요를 더 효과적으로 조정할 수 있다.[58] 예를 들어 스마트 워터 센서는 수온, 압력, 수질, 소비량 등을 모니터링할 수 있다.

수도 시스템을 인터넷에 연결함으로써 시 공무원과 유틸리티 기업은 누수나 잘못된 파이프라인을 감지하고 수질을 개선할 수 있다.[59]



스마트 전기 미터(Smart Electricity Meter)를 건물에 설치하여 전기 상태와 사용량을 모니터링하고 에너지 분배를 최적화할 수도 있다. 유럽위원회는 유럽연합 내 소비자의 77%가 2024년까지 스마트 전기 미터를 보유하게 될 것으로 예상한다.[60] 또한 공익 기업은 이러한 스마트 미터를 사용하여 2035년까지 최대 1,570억 달러를 절약할 수 있을 것으로 예상한다.[61]

"The global energy demand is expected increase by 37 per cent by 2040. IoT can play a prominent role in improving energy efficiency both at homes and in cities."

전 세계 에너지 수요는 2040년까지 37% 증가 할 것으로 예상된다. IoT는 가정과 도시의 에너지 효율성 개선에 요한 역할을 할 수 있다.

IoT는 또한 헬스케어 부문에서 가능성의 세계를 열었다. 이 분야에서 IoT 장치는 병원이 환자의 치료 품질을 개선할 수 있는 분석을 제공하고 있다. 터치 스크린 모니터와 태블릿은 환자가 편리하게 치료 받도록 해주며 의사가 치료 진행 상황을 모니터링하고 환자의 의료 기록을 확인할 수 있도록 해준다. 뿐만 아니라 세밀한 추적을 통해 병원은 리소스를 효율적으로 관리할 수 있고 고장난 하드웨어를 해결하고 병목 현상이나 서비스 중단을 식별할 수 있다. 스마트 장치는 생체 인식 데이터를 추적하는데도 도움을 주며, 이를 활용하여 환자 치료의 품질을 개선하고 생명을 구하는 연구를 가속화 할 수 있다.[62] 원격 환자 모니터링은 의사 방문을 줄이고 원격 지역에서 의료 서비스에 더 쉽게 접근하도록 해준다.[63] 연구에 따르면 뉴욕의 시나이 메디컬 센터(Mt. Sinai Medical Center)에서는 오토베드(AutoBed)로 알려진 IoT 소프트웨어를 사용하여 병원 환자 치료의 대기 시간을 50% 감소한 것으로 나타났다.[64] 에스토니아는 중앙 집중식 의료 데이터 및 전자 의료 시스템을 만든 세계 최초의 국가이며, 국가의 모든 의료 기관은 의료 시스템에 연결되어야 한다.[65]

In focus – the smartest building in the United Arab Emirates – the Burj Khalifa, Dubai

포커스 – 아랍 에미리트에서 가장 스마트한 빌딩 두바이 부르즈 할리파

더 많은 사람들이 도시로 이동함에 따라 도시가 모든 시민의 요구를 수용하려면 에너지 소비 및 자원 사용 측면에서 지속가능하고 효율적이어야 한다. 건물은 에너지 소비와 온실가스(GHG) 배출을 줄이는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 건물은 전세계 에너지의 약 40%, 전세계 물의 25%, 전세계 자원의 40%를 사용한다.[66] 유럽연합에서는 건물의 75%가 에너지 비효율적인 것으로 평가되었다.[67] 건물은 전체 GHG 배출량의 거의 1/3을 차지하는 가장 큰 GHG 기여자 중 하나이다.[68] 건물의 에너지 효율성과 지속가능성을 개선하면 도시 지속가능성과 환경 성과에 상당한 영향을 미칠 수 있다.

2010년에 개장 세계에서 가장 높은 건물인 부르즈 할리파는 아랍 에미리트 두바이에 있다. 가장 스마트하고 지속가능한 건물 중 하나가 되기 위한 노력의 일환으로 부르즈 할리파는 자동화 시스템과 IoT 기반 지능형 플랫폼을 구현하여 난방, 환기 및 공조(HVAC) 시스템을 갖춘 이 건물을 실시간으로 모니터링하고 알고리즘을 사용하여 의심되는 문제 및 유지관리 문제를 식별하고 분석한다.

빌딩 데이터를 이용함으로써 부르즈 할리파의 유지보수팀은 계획된 예방적 유지보수 체계에서 벗어나 예측적 규범적 유지보수 접근 방식으로 전환하여 건물 자산 비용과 신뢰성을 최적화 할 수 있었다.

IoT 시스템은 기계설비 자산의 전체 유지관리 시간을 40%까지 성공적으로 단축했으며 가용성을 99.95%로 향상시켰다.[69] 부루즈 할리파는 또한 건물에 대한 통합 대시보드를 제공하고 건물의 전체적인 연결성을 높여 더 빠르고 비용효율적인 방법으로 사고를 감지하고 대응하기 위해 건물 환경 모니터링에 초점을 맞춘 IoT 플랫폼, 기업 건물 통합 시스템을 도입했다.

40
Buildings use about 40 per cent of global energy

25
25 per cent of global water

40
40 per cent of global resources

Buildings are one of the largest contributors of GHGs, accounting for almost 1/3 of total GHG emissions.



Sustainable
The smartest and most sustainable buildings

Platform
Automated system and IoT-based intelligent platform

Algorithms
To identify and analyse suspected issues and maintenance problems

In focus – IoT for food and farm systems- IoF2020 project, European Commission



The project Internet of Food & Farm 2020 (IoF2020) explores the potential of IoT-technologies for the European food and farming industry.

포커스 - 식품 및 농장 시스템을 위한
IoT- IoF2020 프로젝트, 유럽위원회

농업 부문은 생명유지를 위한 영양 공급이라는 중심적 역할을 하므로 인간 사회의 근간을 이룬다. 그 중요성에도 불구하고 이 부문은 1900년대 중반 녹색혁명 이후 식량안보, 식품안전, 지속가능성, 건강 등과 관련된 중요한 문제들에 계속 부딪히고 있다.[70] 농업 운영의 특정 비율이 디지털화되긴 했지만 종종 조정되지 않는 면들이 있다. 이것은 세계 인구 증가와 함께 생산성의 급격한 증가가 필수적이라는 의미가 된다. 이러한 과제와 목표는 식량안보나 식량상품 시장의 원활한 기능과 관련된 문제를 해결하는 것을 목표로 하는 "글로벌 기아(Global Hunger)"에 관한 SDG 2에서 더 자세히 설명하고 있다.
IoT가 이 분야에 가져올 수 있는 이점을 깨닫게 되면서 IoT 패러다임은 IoF2020 프로젝트의 일부로 유럽위원회의 Horizon 2020 프로젝트 산하에서 채택되었다.
이 프로젝트는 IoT를 활용하여 농식품 부문의 공급 및 수요 측면의 균형을 맞추어 생산성을 향상시킬 뿐만 아니라 환경 지속가능성에 타협하지 않고 혁신적인 비즈니스 모델을 지원하는 공생 생태계를 만드는 것을 목표로 한다.[71]
120개 이상의 파트너가 지원하는 이 프로젝트는 농업 부문의 관련 과제를 중심으로 5번의 실험을 실시했다. 실험 부지는 이탈리아, 프랑스, 벨기에, 스위스, 포르투갈, 영국, 네덜란드, 폴란드, 오스트리아, 스웨덴 등 유럽 내 10개국에 걸쳐있다.

The IoT European LSP Projects, https://european-iot-pilots.eu/project/iof2020-architecture/



Trial 1- Arable farming

실험1 - 경작 농업: 이 실험은 수확량을 늘리고, 환경에 미치는 영향을 낮추며, 먹이사슬의 투명성을 높이고, 농민의 농업 운영에 ICT 사용을 촉진하는 것을 목표로 한다. 이 실험에서는 IoT 센서를 사용하여 작물주기 전반의 데이터를 수집하고 토양 수분, 기후 및 해충 탐지와 관련된 관련 매개 변수를 측정하고 모니터링했다.
이 시험 사이트의 IoT 시스템은 작물의 생산 및 소비 수준을 추정하기 위해 기존 센서 네트워크, 지구 관측 시스템, 작물 성장 모델과 연결되었다.

Trial 2 - Dairy farming

실험2 - 낙농업: 이 실험은 장기적으로 육류 생산 뿐만 아니라 동물 복지와 우유에 영향을 미칠 소의 먹이와 번식을 모니터링하는 데 기반을 두고 있다. 이 모니터링은 GPS(위성 위치확인 시스템) 위치 데이터와 함께 넥칼라나 내장형 마이크로 칩에서 추출한 실시간 센서 데이터를 기반으로 한다.

Trial 3 - Fruit

실험3 - 과일: 이 실험은 과수원과 포도밭에 모니터링, 해충 및 질병 감지를 위해 기상 관측소에 연결되고 멀티 스펙트럼/열 화상 카메라를 포함한 IoT 센서를 배치하여 수확할 가치가 있는 제품을 결정하는 데 중점을 두었다. 또한 이 사이트는 스마트 패키징을 위해 RFID 및 다차원 바코드를 사용하여 식품 소비주기(저장, 가공, 운송, 마케팅)를 현명하게 관리할 수 있었다.

Trial 4 - Vegetables

실험4 - 야채: 이 실험은 요소를 모니터링하고 통제하여 생산 제어를 개선하고 공급망 전체에서 더 나은 통신 교환을 가능하게 하는 데 중점을 둔다. 실험 부지에는 인공 조명 시스템, 제어 장치 및 센서가 있는 온실을 설치하여 주어진 작물의 최적 성장을 지원하는 주변 조건을 통제했다.

Trial 5 - Meat

실험5 - 육류: 이 실험 부지는 고급 센서-엑추에이터 시스템의 자동화된 모니터링과 제어를 통해 육류 품질 및 추적 가능성을 보장하고 질병과 사망률을 줄이며 동물 건강과 복지를 개선하는 것을 목표로 한다.

03

Digital Twin

Digital twin

Overview of digital twin

디지털 트윈
디지털 트윈의 개요



How the Digital Twin Market is set to grow to $35.8bln pa over the next few years - News - Maintworld, https://www.maintworld.com/News/How-the-Digital-Twin-Market-is-set-to-grow-to-35.8bln-pa-over-the-next-few-years

디지털 트윈은 물리적 세계의 무언가를 디지털로 복제한 것이다. 이것은 자동차, 휴대전화 또는 도시일 수도 있다. 디지털 트윈의 핵심 조장자는 IoT이다. 컴퓨터와 기계는 지능형 센서와 장치에서 수집한 데이터를 사용하여 디지털 세계에서 물리적 개체를 재현할 수 있다. 다시 말해 도시 과학자(City Scientist)들은 디지털 복제본을 실험하여 도시 운영을 개선하는 방법에 대한 통찰력을 수집할 수 있는 것이다. AI 및빅 데이터 분석과 결합된 디지털 트윈은 도시의 3D 모델을 생성하고 긴급 상황에서 도시 인프라, 공익사업, 차량 이동 등에 대한 가상 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 디지털 트윈은 운영 효율성, 탄력성, 지속가능성을 개선하고 유지관리 문제를 줄이고 생산 결과를 최적화하는 데 상당한 잠재력을 가지고 있다.[72]

디지털 트윈 중요성의 증가는 시장 가치의 증가에도 반영된다. 디지털 트윈 시장은 2019년 38억 달러에서 2025년 358억 달러로 성장하리라 예상된다.[73]

디지털 트윈의 개념은 2002년부터 시작되었다. 그러나 3D 모델을 보다 저렴하고 접근 가능하게 만든 것은 IoT의 발전이었고 기업과 도시는 디지털 트윈을 만들어 운영 효율성, 안전 및 탄력성을 향상시킬 수 있다. 그러나 "디지털 트윈"을 생성하고 이 기술을 활용하여 디지털 전환을 촉진하는데는 여전히 어려움이 있다. 주요 과제 중 하나는 도시와 같은 대규모 물체의 가상 대응물을 생성하는 데 필요한 데이터를 추출하는 것이다. 데이터 사일로(Data Silo)는 종종 구형 컴퓨터 시스템이나 다른 오래된 물리적 시스템에 보관되어 있다. 이러한 구형 컴퓨터 시스템의 데이터를 액세스 가능한 템플릿으로 통합하여 가상 트윈을 생성하는 것은 어려운 프로세스가 될 수 있다.[74]

Digital Twin and Cities

디지털 트윈과 도시

디지털 트윈은 3D 모델링을 통해 도시의 물리적 인프라에 대한 전체적 모습을 파악할 수 기능을 제공할 수 있으며 도시 운영 및 자원 관리 방식을 변경하는 데 혁신적인 잠재력을 가지고 있다. 디지털 트윈을 사용하여 도시는 환경 및 교통 상황을 모니터링하고, 재난 시나리오를 이용해 대응을 시뮬레이션하고, 공중 보건 및 안전을 개선하는 등의 작업을 수행할 수 있다.[75] 구동 가능한 디지털 트윈은 도시가 주요 인프라에 대한 통찰을 수집하고 데이터 기반 분석을 수행하여 도시 자산 관리를 개선하며 이러한 자산 및 장비의 수명을 연장할 수 있는 능력을 제공한다. 또한 디지털 트윈은 도시에 대한 가장 정확한 정보를 제공하여 도시 이해관계자들간의 보다 투명한 협력을 촉진할 수 있다. 오픈 데이터를 통해 누구나 디지털 트윈이 제공하는 정보에 접근하고 도시 문제를 해결할 수 있는 애플리케이션을 개발하여 상향식 솔루션을 추진할 수 있다.[76]

디지털 트윈이 도시에 가져올 수 있는 이점 중에서도 도시 인프라를 기후변화나 자연재해에 더욱 탄력적으로 만드는 것이 가장 중요하다. 홍수, 토네이도, 폭우, 기타 극심한 기상 현상은 도시, 도로, 교량, 병원, 건물, 기타 주요 기관에 피해를 입히고 인명 손실을 초래할 수 있다. 디지털 트윈을 통해 도시 관련 부서는 위험 평가를 수행하고 긴급 상황에 대응하는 도시의 능력에 대한 귀중한 인사이트를 제공하는 "what-if" 시나리오를 시뮬레이션할 수 있으므로 리질리언스팀(Resiliency Team)이 변화하는 환경 조건을 보다 잘 준비하고 예측하게 하며 실제 발생 상황에서 정보에 입각한 결정을 내리도록 해준다.

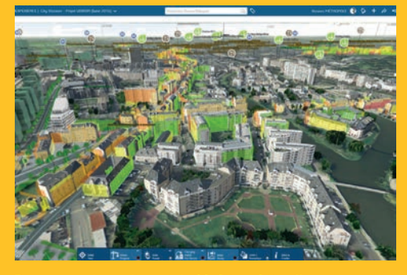
도시 솔루션을 개선하기 위해 디지털 트윈을 활용하는 추세는 전 세계적으로 뚜렷하다. 프랑스의 르네 메트로폴(Rennes Metropole)은 전지역을 포괄하는 디지털 3D 모델을 개발했으며, 도시는 이를 사용하여 햇빛 시뮬레이션부터 소음 모델링, 건물에 미치는 나무 그림자의 영향에 이르기까지 도시 개발을 개선하고 있다. 헬싱키는 또한 기후 변화의 위험을 완화하고 에너지 효율성을 개선하고자 도시 최초의 디지털 트윈을 테스트했다. 헬싱키는 디지털 트윈을 통해 버추얼 헬싱키(Virtual Helsinki)라고 불리우는 관광 지원 목적의 창의적 도시 가상 투어를 개발했다. 사용자가 연중 언제든지 도시와 모든 관광 명소를 방문할 수 있도록 고품질 3D로 도시를 재현한다.[77] 최근 인도의 안드라 프라데시(Andhra Pradesh) 정부는 65억 달러를 투자하여 해당 도시의 디지털 트윈과 함께 새로운 주 수도인 아마라바티(Amaravati)를 완전히 개발하기로 결정했다.[78] [79] 이 야심찬 프로젝트는 건설 프로세스를 실시간으로 모니터링하고, 기후 변화 관련 시뮬레이션, 구역 설정, 환경 및 교통 분석을 수행하며, 정부 정보, 애플리케이션과 알림을 위한 단일 포털 역할을 할 디지털 트윈 사용자 ID 체계를 만드는 데 디지털 트윈을 활용하는 것을 목적으로 한다.



The digital twin of Amaravati, a smart city being built in India
The rise of digital twins in smart cities, https://www.smartcitiesworld.net/special-reports/special-reports/the-rise-of-digital-twins-in-smart-cities



Digital twin technology aims to put sustainability at the heart of smart cities, https://www.smartcitiesworld.net/news/news/digital-twin-technology-aims-to-put-sustainability-at-the-heart-of-smart-cities-4088



Rennes experiences its sustainable future, https://www.smartcitiesworld.net/news/news/rennes-experiences-its-sustainable-future-2321

In focus – Virtual Singapore, Singapore

포커스 - 버추얼 싱가포르, 싱가포르

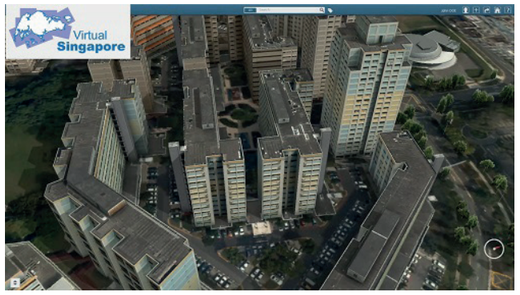
싱가포르는 디지털 트윈 기술을 선도적으로 채택한 도시로 널리 알려져 있다. 싱가포르는 "혁신을 추진하는 도시 관계자를 지원하는 동적 3D 도시 모델이자 협업 데이터 플랫폼"인 버추얼 싱가포르 개발에 부분적으로 7300만 달러(SGD)를 투자했다.[80] 버추얼 싱가포르에는 네 가지 주요 기능이 있다.[81]

- 버추얼 실험(Virtual experimentation): 버추얼 싱가포르는 가상 실험에 사용할 수 있다. 예를 들어, 3G/4G 네트워크의 통신 가능 구역을 조사하고, 빈약한 구역의 현실적 시각화를 제공하며, 3D 도시 모델에서 개선할 수 있는 영역을 표시하는데 사용할 수 있다.
- 버추얼 테스트베딩(Virtual test-bedding): 버추얼 싱가포르는 서비스 제공 및 검증을 위해 테스트베드 플랫폼으로 사용할 수 있다. 예를 들어 버추얼 싱가포르 내에서 의미 정보가 포함된 새로운 스포츠 허브의 3D 모델을 사용하여 비상시 대피 절차 설정을 위한 군중 대피를 모델링하고 시뮬레이션 할 수 있다.
- 계획 및 의사결정(Planning and decision making): 풍부한 데이터 환경을 갖춘 버추얼 싱가포르는 분석 애플리케이션(예: 앱)을 개발하기 위한 전체적이고 통합된 플랫폼이다. 예를 들어, 교통 흐름과 보행자 이동 패턴을 분석하기 위한 앱을 개발할 수 있다. 이러한 응용 프로그램은 풍골(Punggol)의 공원이나 파크커넥터와 같은 인접하지 않은 도시 네트워크에 유용하다.
- 연구 및 개발(Research and Development): 버추얼 싱가포르의 풍부한 데이터 환경은 필요한 액세스 권한이 있는 연구 커뮤니티에 제공됨으로써 연구자들이 새로운 기술이나 기능을 혁신하고 개발하게 한다. 의미 정보를 갖춘 3D 도시 모델은 연구자들이 고급 3D 도구를 개발할 수 있는 충분한 기회를 제공한다.

버추얼 싱가포르를 통해 도시 이해관계자는 정책 및 비즈니스 분석, 의사결정, 아이디어 및 협업 테스트베딩을 위한 프로그램 등에서 추출된 귀중한 인사이트를 활용할 수 있다. 정부, 시민, 기업, 연구 커뮤니티 및 학계는 모두 버추얼 싱가포르의 혜택을 받았다.



Virtual Singapore - Building a 3D-Empowered Smart Nation, https://www.geospatialworld.net/prime/case-study/national-mapping/virtual-singapore-building-a-3d-empowered-smart-nation/



Virtual Experimentation
Virtual Singapore can be used for virtual test-bedding or experimentation. For example, Virtual Singapore can be used to examine the coverage areas of 3G/4G networks, provide realistic visualisation of poor coverage areas, and highlight areas that can be improved on in the 3D city model.

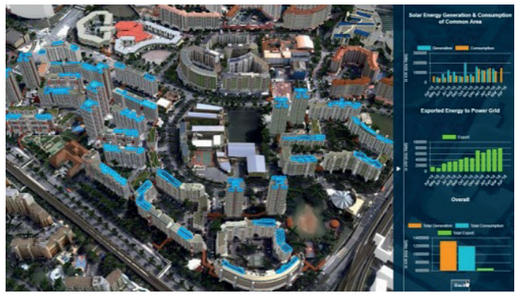


Planning and Decision-Making
With a rich data environment, Virtual Singapore is a holistic and integrated platform to develop analytical applications (i.e. Apps). For instance, an app could be developed to analyse transport flows and pedestrian movement patterns. Such applications would be useful in non-contiguous urban networks such as our parks and park connectors in Punggol.

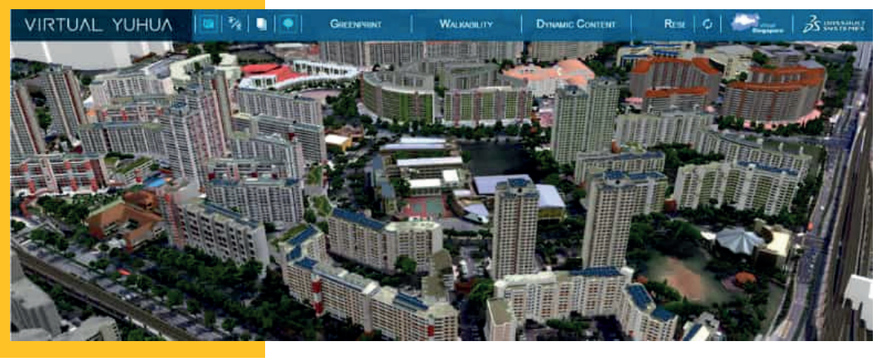


Virtual Singapore, https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore

Virtual Test-Bedding
Virtual Singapore can be used as a test-bedding platform to validate the provision of services. For example, the 3D model of the new Sport hub with semantic information within the Virtual Singapore could be used to model and simulate crowd dispersion to establish evacuation procedures during an emergency.



Analysis on Potential for Solar Energy Production
Data such as height of buildings, surface of the rooftops and amount of sunlight are available in Virtual Singapore. This allows urban planners to analyse which buildings have a higher potential for solar energy production, and hence more suitable for installation of solar panels.
Further analysis can allow planners to estimate how much solar energy can be generated on a typical day, as well as the energy and cost savings. Virtual Yuhua has demonstrated that by cross referencing with the historical data collected from neighbouring buildings, this analysis can be validated and seasonally adjusted to reflect an even more accurate and granular projection.



Singapore's data-driven identical twin
5 things to know about Virtual Singapore, https://www.tech.gov.sg/media/technews/5-things-to-know-about-virtual-singapore



04 Unmanned Aerial Vehicles

Drones

Unmanned Aerial Vehicles/Drones

Overview on drones

무인항공기/드론

드론 개요

무인항공기(UAV)는 스마트시티를 위한 강력한 센싱 도구이다. 일반적으로 드론 또는 원격 조종 항공기로 알려져 있는 UAV는 이동성이 좋고 저렴한 비용으로 스마트시티에서 환경 모니터링, 소방 활동 지원에서부터 재난 관리를 위한 항공 매핑과 외딴 지역의 광대역 연결 제공에 이르기까지 광범위한 애플리케이션을 제공한다. 가까운 장래에 드론은 감시 및 정찰, 공공안전, 국토안보, 국경감시, 농업활동, 건축감시, 스마트 운송 등과 같은 민간, 상업 및 정부 서비스 개선에도 사용될 것이다. 특히 구호활동 드론은 전세계적으로 재난 구호 활동에 크게 기여했다. 2013년 태풍 하이엔 이후 소형 경량 UAV가 발사되어 재난구호요원이 캠프를 설치하고 안전한 여행 도로를 식별하며 폭풍과 홍수로 인한 피해를 평가하고 재난 구호 활동 지원을 위해 항공 이미지를 캡처할 수 있다.[82] UAV는2013년 허리케인 샌디 이후 아이티에 배치되어 주택 붕괴 및 홍수 위험을 평가하고 항공 사진을 캡처하여 전염병이 쉽게 발생할 수 있는 지역을 식별했다.[83] 마찬가지로, 2014년 발칸 홍수 동안 수색 및 구조 작업을 지원하기 위해 구호활동 드론이 배치되었다.[84] 중국은 2014년에 규모 6.1의 지진을 때에도 구호활동 UAV를 띄워서 피해를 평가하고 항공 이미지를 캡처하여 구조 대원과 재난 대응자들이 수색 및 구조 노력의 우선 순위를 정할 수 있도록 했다.[85]

드론 사용과 관련된 주요 우려 사항 중 하나는 프라이버시이다. 정보를 캡처하기 위해 카메라나 장치를 간단히 장착할 수 있으며, 이는 때때로 사람들의 사생활을 침해할 수 있다. 영국의 민간 항공국(Civil Aviation Authority, CAA)은 카메라가 장착된 드론이 혼잡한 지역 (특정 개방 공간이 제외된 모든 도시 지역 포함)의 150m 이내 비행을 불허한다.[86]

Humanitarian drones

Humanitarian drones in particular have contributed significantly to disaster relief efforts worldwide

USD 32.4 billion

Drone-powered solutions in agriculture are roughly valued at USD 32.4 billion.

Enhancing urban monitoring and mapping using drones

드론을 이용한 도시 모니터링 및 매핑 향상

UAV 적용이 증가하는 분야 중 하나는 농업이다. 드론은 많은 농업 활동 운영에 혁명을 일으켰다. 드론은 작물 모니터링과 화학품 배포에 활용될 수 있다. 드론은 농장 밭의 매우 정확한 이미지를 제공하고 인간 개입이 최소화된 한 번의 비행으로 수백 에이커를 커버할 수 있다. 한 연구에 따르면 농업용 드론 구동 솔루션의 가치는 대략 미화 324억 달러이다.[87] 드론이 농업 활동을 크게 개선할 수 있는 6가지 방법이 있다.[88]

Field Analysis

현장 분석: 드론은 토양 및 현장 분석 개선에 사용할 수 있다. 한번의 이륙으로 전체 농장 필드에 대한 데이터를 캡처하고 작물 회전과 최상 종자 심기 패턴 결정에 중요한 토양 및 필드 분석을 위한 3D지도를 생성할 수 있다. 토양 분석은 또한 질소 관리 및 관개에 필요한 데이터를 제공한다.

Sowing and Plantation

파종 및 재배: 드론은 짧은 시간 내에 넓은 들판에 파종하는 데 도움이 된다. 그들은 토양에 맞는 씨앗과 영양분이 담긴 캡슐을 운반하고 최소한의 인간 개입으로 농장에 캡슐을 살포하여 씨앗 심기 과정을 최적화한다. 드론 재배 시스템은 75%의 흡수율을 달성하고 플랜트 비용을 85%까지 줄일 수 있다.[89 90]

Monitoring

모니터링: 드론은 더 안정적인 방식으로 날씨와 작물 상태를 모니터링할 수 있다. 일반적으로 위성사진은 하루에 한장의 이미지만 찍을 수 있고 미리 신청해야 하며 악천후로 인해 사진 품질이 저하될 수 있기 때문에 비용이 많이 들지만 유연성과 응답성이 떨어진다. 반면 드론은 작물 상태, 극한 날씨 패턴 및 기타 중요한 정보에 대한 정확한 이미지를 더 저렴한 비용으로 더 나은 품질의 데이터를 더 자주 제공해 준다. 드론 모니터링은 작물 수확량을 10% 향상 시킬 수 있는 것으로 추정된다.

Spraying and Irrigation

살포 및 관개: 드론은 주변을 스캔하고 공중에 서땅으로 물, 화학 물질, 기타 액체를 극도로 정밀하게 분사하여 농업 과정의 효율성을 크게 높이고 낭비되는 물 또는 토양으로 들어가는 불필요한 화학 물질의 양을 줄일 수 있다. 드론을 사용하면 기존 기계 보다 공중 분무가 약 5배 더 빨라지는 것으로 추정된다.

Parameter Evaluation

매개 변수 평가: 적외선이나 열 센서와 같은 특수 장비가 장착된 드론은 전체 농지의 스냅샷을 제공하고 관개가 필요한 건조한 밭을 감지할 수 있다. 농업이 세계에서 물 사용의 대부분을 차지하는 상황에서 드론 관개는 농업의 물 관리를 개선하고 더 나은 작물 관리를 가능하게 한다.

Infection and Disease Detection

감염 및 질병 감지: 특수 장비가 장착된 드론은 작물의 건강을 추적하고 현장의 박테리아 또는 곰팡이 감염을 신속하게 감지할 수 있다. 적외선을 사용하여 작물을 스캔하면 작물의 건강을 표시하는 작물 변화를 추적하는 다중 스펙트럼 이미지가 생성된다. 결과적으로 농부들은 신속하게 대응하여 문제를 해결할 수 있다.



UAV 지원 지능형 교통 시스템(ITS)은 교통 규칙을 집행하고 지상 교통 경찰을 지원할 뿐만 아니라 도로 사용자에게 교통에 대한 효율적인 정보(예: 지능형 교통 관리 사용)를 제공하는 효율적인 수단을 제공할 수 있다. 카메라가 장착된 드론은 번호판을 읽고 특정 차량의 모델을 식별하며 속도와 배기가스를 계산할 수 있다. 고해상도 비디오는 도로 모니터링 및 교통 안내에도 도움이 될 수 있다. 드론은 또한 연중무휴 모니터링이 가능하므로 교통 경찰관은 도로 교통에 대한 최신 정보를 지속적으로 수신할 수 있다. 응급 의료요원은 사고에 신속하게 대응할 수 있고 경찰관의 경우 범죄현장으로 이동할 수 있다.

UAV는 재난구호 노력을 돕고 재난 모니터링 및 대비를 강화하는 데 큰 잠재력을 가지고 있다. 드론은 위험한 환경에서 인간 작업을 대체하고, 비상상황에서 정밀한 매핑을 제공하며, 재난위험 지역에 중요한 물품을 전달하고, 시민과 정부 공무원에게 조기경보를 보내며 소방활동을 지원할 수 있다. 인간 작업자는 수행이 불가능한 다음 세 가지 경우에도 드론은 작업이 가능하다.[91]

1. 위험 및 독성물질 누출(Hazardous and toxic material leaks): 선박 충돌, 발전소 고장 또는 공장 오작동의 경우 위험한 화학물질 유출이 발생할 수 있다(예: 일반적으로 화학적, 생물학적, 방사성, 핵 및 폭발 사건인 CBRNE 경우). CBRNE은 심각한 결과를 초래하며 공중보건 및 환경에 심각한 위험을 초래한다. 드론을 배치하여 손상을 평가하고, 파괴된 부품을 수리하며, 재건 노력을 위한 중요한 자산을 제공할 수 있다. 후쿠시마 원전 피해는 최근 역사상 가장 유명한 CBRNE 중 하나이다. 이 경우 드론은 방사선 노출을 모니터링하고 안전한 구호 작업이 불가능한 지역에 도달할 목적으로 배치되었다. 드론은 전체 핵폭발 가능성을 최소화하는 데 중요한 역할을 했다.
2. 자연 재해(Natural disasters): 자연 재해가 난 경우 드론을 배치하여 3D 매핑 및 재난 위험 지역의 시각 자료를 얻을 수 있으며, 구호 활동을 조정하는 데 사용할 수 있는 중요한 정보를 실시간으로 제공할 수 있다. 비용이 많이 들고 이미지 품질이 날씨의 영향을 받는 경우가 많은 위성 이미지와 달리 드론은 대부분의 상황에서 신속한 배치가 가능하며 고해상도 이미지와 비디오를 제공한다. 2015년에 규모 7.8의 지진이 네팔을 강타했을 때, 드론은 광범위한 피해를 평가하고 수색 및 대피 임무를 지원하며 손상된 건물을 재건하기 위한 고해상도 이미지를 캡처하고 재난 지역을 매핑하는 데 사용되었다.
3. 극한 기상 조건(Extreme weather conditions): 홍수 및 지진과 같은 사건은 종종 기존 인프라에 심각한 피해를 줄 수 있다. 드론은 인간이 가기엔 위험한 장소에 도달할 수 있으며 생존자를 찾기 위해 붕괴된 건물에 접근하는 것부터 접근하기 어려운 위치의 화학 물질 누출 평가에 이르기까지 결정적인 작업을 수행할 수 있다. 캔자스의 위치타 시가 F-5 토네이도를 경험했을 때 메탄을 감지하는 특수 장비가 장착된 드론을 배치하여 파손된 가스 라인을 찾아냈고 작업자가 폭발이 일어나기 전에 사고를 해결할 수 있도록 했다.

In focus – the camp fire in 2018, California

포커스 - 2018 화재, 캘리포니아

2018년 11월 캘리포니아는 역사상 가장 충격적이고 파괴적인 산불을 경험했다. 화재는 150,000 에이커가 넘는 땅을 뒤덮고 18,000개 이상의 구조물을 파괴했다.[92] 총 피해는 미화 165억 달러로 추산되었다.[93] 적어도 86명이 목숨을 잃었다. 파라다이스, 콘코우 및 오빌을 포함한 캘리포니아 주 내의 마을과 도시들은 극심한 피해를 입었으며 파라다이스는 거의 완전히 파괴되었다.[94]

구호활동 드론은 산불 구호 활동을 돕는 데 중요한 역할을 했다. 응급요원은 복구 과정을 돕기 위해 UAE를 사용하여 항공사진을 얻었고 파괴 상태를 매핑했다. 16개 팀의 공공안전 공무원이 500개 이상의 드론 비행을 완료했고 파라다이스나 마갈리아와 같은 주변 도시의 7만 개 이상 이미지, 500GB 이상의 데이터를 캡처한 것으로 추정된다.[95]

이러한 데이터는 수색과 구조 작업 지원에 결정적인 역할을 한 것이 입증되었다. 캡처 이미지는 지리 참조, 날짜, 타임 스탬프, 거리 이름에 덧씌운 지도로 변환되어 재해 대응자들이 인식하기 어려운 영역을 식별하고 복구 전략을 수립하는 데 도움을 준다. 또한 드론 이미지는 수신자가 이미지와 상호 작용할 수 있도록 360° 이미지로 전환되어 상황을 더 잘 이해하고 인식하게 했으며 이는 효과적인 구호 노력을 이루는 데 중요한 역할을 했다. 뿐만 아니라 사람들의 가옥 상태를 식별하는 데 도움을 주었고 보험금 청구에 유용하게 쓰도록 했다.

In focus – tackling the novel coronavirus situation - June 2020, Telangana (India)

포커스 - 신종 코로나 바이러스 상황 대처-2020 년 6월, 텔랑가나 (인도)

신종 코로나 바이러스 전세계 대유행으로 많은 국가들은 이를 억제하고자 "봉쇄"하는 방식을 선택했다.[96]

2020년 6월 바이러스 대유행의 가장 큰 영향을 받은 상위 10 개 국가에 포함된 인도는 5단계 봉쇄 프레임워크를 채택했으며, 이는 국가가 전염병의 지속적 씨름을 모니터하고 검토한다.[97] [98] 세계에서 두 번째로 인구가 많은 국가가 봉쇄를 시행한다는 것은 국가 행정부에는 도전적인 제안이었다. COVID-19 대유행 기간 동안 병원은 입원 치료와 검사에서 COVID-19 사례의 30% 만 수용할 수 있었던 것으로 추정된다.[99] 인도의 의료시스템이 미화 2,750억 달러로 평가되고 있다는 점을 감안할 때, 인도의 전염병 대응 성과는 개선되어야 한다.[100] [101] [102] 이러한 상황에서 드론은 신종 코로나 바이러스 확산 억제와 관련하여 진행중인 작업의 기능적 그리고 비기능적 제약을 모니터링하는 데 활용되고 있다. 텔랑가나 주에서 주 정부는 다음 작업을 위해 40개 이상의 드론을 사용했다.

- 소독(Disinfection): 드론은 버스 정류장, 공항, 병원을 포함하여 대규모 공공 장소를 소독하는 데 사용할 수 있다. 기존 방법에서 가능했던 면적의 60배 이상을 커버할 수 있기 때문이다. 이는 또한 지상에 배치된 위생 작업자 및 기타 직원의 노출 위험을 줄여준다.
- 의료 용품 제공(Provision of medical supplies): 드론을 사용하면 기존 방법보다 약 50배 빠르게 생명을 구하는 약품을 병원과 가정에 전달할 수 있으므로 대유행 기간 동안 약물에 쉽게 접근하도록 한다.
- 군중 통제(Crowd control): 드론은 순찰 및 COVID-19 관련 공공 발표에 사용되고 있다.[103]

이러한 활동은 텔랑가나 주 공중 보건 시스템, 세계경제포럼, 드론 기반 기술 신생 기업과 함께 인도 정부가 주도하고 있다. 이 모델의 성공으로 뉴델리와 케랄라를 포함한 다른 주에서도 유사한 드론 기반 기술을 배포하여 감염을 식별하고 추적할 것이다. 이는 바이러스를 진단하고 국가의 COVID-19 증가 곡선 수준을 낮추는데 필요한 의료 개입을 관리하도록 도움을 줄 것이다.



05

Wearable Technology



Wearable Technology

Overview on wearable technology

웨어러블 기술
웨어러블 기술 개요

웨어러블은 감지 기술을 사용하여 사용자의 움직임을 추적하고 다양한 용도로 생체인식 데이터를 수집하는 웨어러블 개체 또는 가젯이다. 웨어러블은 무선 연결을 사용하여 사용자 건강 상태 유지, 건강 상태 추적, 일상 생활 구성 등의 작업을 지원할 수 있다. 스마트 워치, 피트니스 트래커, 스포츠 워치, 스마트 안경 및 무선 이어폰을 비롯한 여러 유형의 웨어러블 장치(WD)[104] 가 있다. 스마트 워치는 혈중 산소 추적과 같은 사용자의 신체 활동과 건강 상태를 모니터링 할 수 있다. 피트니스 트래커는 심박수를 모니터링하고 칼로리 소모량을 추정하며 기타 생체 인식을 측정 할 수 있다. 스포츠 시계는 사용자의 신체 상태를 모니터링 할뿐만 아니라 운동 능력을 향상시킬 수 있는 통찰력도 제공한다. 무선 이어폰은 시리와 같은 음성 도우미를 활성화할 수도 있다.

웨어러블 시장은 기하 급수적으로 성장하고 있으며 연결된 WD의 수는 2022년까지 11억 개가 넘을 것으로 예상된다.[105] 또한 2026년까지 1,400만 명의 작업자가 성능 향상을 위해 스마트 안경 또는 기타 유사한 장치를 사용할 것으로 예상된다.[106]
WD 및 웨어러블 장치 관련 서비스(WDS)의 수가 증가함에 따라 통신, 보안, 비용, 전력 소비 및 장치 관리와 관련된 문제가 더욱 두드러지고 있다. 기술적 관점에서 볼 때 대부분의 WD는 제한된 컴퓨터 사용 성능과 리소스로 인해 데이터를 로컬로 저장하고 분석할 수 없다. 와이파이 또는 블루투스와 같은 단거리 통신 프로토콜만 지원할 수 있다. WD를 위해 수집된 방대한 양의 데이터를 처리하려면 안정적이고 안전한 게이트웨이 기능이 필요하다.

Improving health and quality of life using wearable devices

웨어러블 기기의 영향은 크게 다음과 같이 분류할수있다. [107]

WD-related health management services (WDHS)
WD 관련 건강 관리 서비스(WDHS): 건강관리 영역에서 사용되는 WD에는 심박수, 혈압 및 산소 수준, 수면 및 기분 상태, 그리고 잠재적으로는 스트레스 또는 혈당 수준과 같은 복잡한 측정까지 포함하는 광범위한 생리학적 매개 변수 측정 센서가 이용될 수 있다. WDHS는 건강관리와 의료 컨설팅을 위한 개인건강기록부(PHR) 생성을 위해 개인과 관련된 모든 데이터를 통합할 수 있다.

WD-related sport services for running exercise
달리기 운동을 위한 WD 관련 스포츠 서비스: WD는 하루에 누적된 걸음수부터 이동거리 그리고 모션 트레일까지 건강 및 스포츠 활동을 기록하는 데 사용할 수 있다. WD에 저장된 생체 데이터 및 정보(예:성별,키,운동자의 나이 등)를 사용하여 WD는 운동 기록 분석을 기반으로 운동 계획을 제안해 줄 수 있다.

WD-related assistant services (WDAS) for the assistance of police officers on duty
근무중인 경찰을 지원하는WDAS (WD관련 보조 서비스):
WD는 쉽게 착용할 수 있고 법 집행과 같은 전문적인 용도로 사용자가 휴대할 수 있다. 경찰 시스템과의 연동을 통해 WDAS는 경찰의 업무 효율성을 크게 높일 수 있다.

WD-related multimedia services for broadcasting entertainment services
엔터테인먼트 서비스 방송을 위한 WD 관련 멀티미디어 서비스:
멀티미디어 엔터테인먼트 콘텐츠를 이용하려는 시민들은 일반적으로 WD에 매료된다. 멀티미디어 기능이 있는 WD는 멀티미디어 산업에 큰 영향을 미칠 것이다.

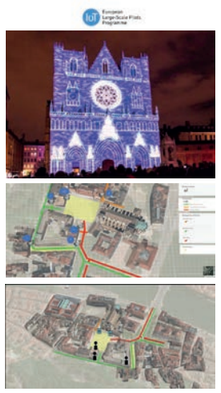
In focus – cultural engagement and entertainment using wearables - MONICA, Lyon

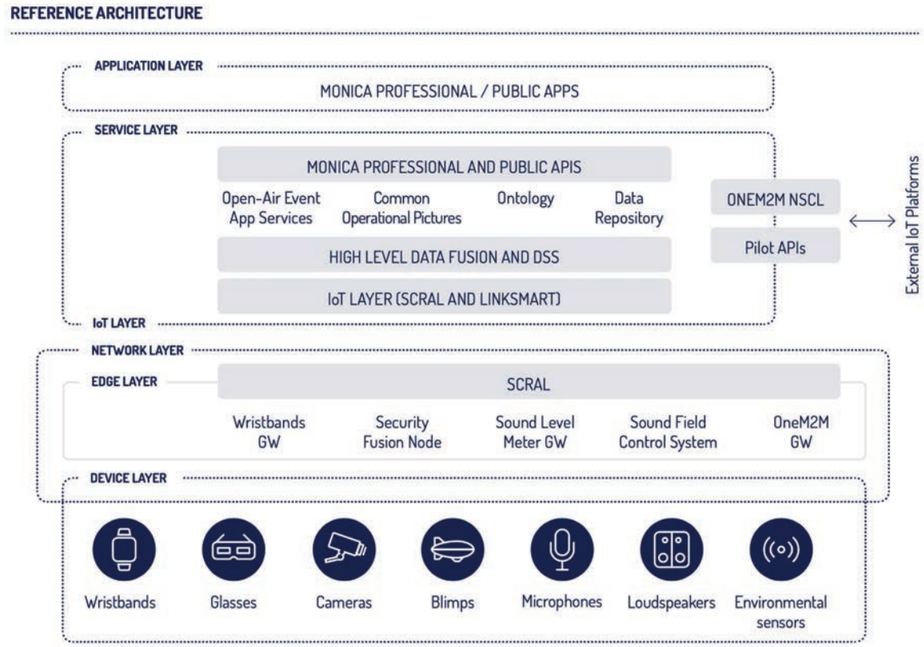
포커스 - 웨어러블을 사용한 문화 참여 및 엔터테인먼트, 모니카, 리옹
리옹은 매년 12월에 성모 마리아를 기념하고자 유명한 "빛의 축제"를 개최한다. 이 축제는 많은 인파를 끌어들이는 도시 문화의 필수적인 부분을 이루고 있다.[108] 종종 야외에서 열리는 이런 공개 모임은 군중 안전, 보안, 소음 공해를 비롯해 여러가지 문제와 관련될 수 있다. 배치된 IoT 장치에는 소음 측정기, 카메라, 스마트 글래스(Smart Glass) 및 추적기 앱이 포함되어 있다.[109]
모니카 파일럿 프로젝트 (유럽위원회 자금 지원)의 일환으로 빛의 축제에서 참석자에게 더 멋진 경험을 제공하고자 스마트 LED 손목 밴드와 스마트 안경이 사용되었다.[110] 행사 기간 동안 참석자들에게 400개 이상의 손목 밴드와 스마트 안경을 제공한 것으로 추정된다. 손목 밴드는 간편한 등록, 네트워킹 이벤트 접근, 위치 서비스 및 관련 업데이트 순환 등 다양한 기능이 있다. [111]
또한 군중의 안전과 보안을 보장하고자 웨어러블은 참석자 추적 및 사고 보고 지원이 가능한 내장형 애플리케이션을 허용하고 비상시 빛과 소리 신호를 생성하도록 했다.[112] 이러한 웨어러블 및 여러 애플리케이션 데이터 지원을 위해 모니카는 안전하고 상호운용 가능한 클라우드 기반 플랫폼을 배포한다.[113] 이 플랫폼은 또한 데이터를 분석하고 중요한 사건을 감지하여 실시간 의사 결정을 촉진할 수 있다. 이벤트에서 수집된 데이터는 오픈 데이터 플랫폼을 만들기 전에 익명으로 처리되었다.[114]
리옹에서 이 파일럿이 성공함에 따라 모니카 플랫폼이 리옹 스마트시티 전환 계획에 통합될 것으로 예상된다.[115]

ACTIVAGE

ACTivating InnoVative IoT smart living environments for AGEing well







ACTIVAGE is building the first European interoperable and open IoT ecosystem enabling the deployment, at large scale, of a wide range of Active & Healthy Ageing IoT based solutions and services. To achieve this, ACTIVAGE is integrating thousands of devices to collect and analyse older adults' environmental and lifestyle information, identify their needs, and provide customized solutions, ensuring users' data privacy and security., https://www.monica-project.eu/the-magic-of-light-in-lyon-monica-at-fete-des-lumieres/#



The wearable market is growing at an exponential pace, with the number of connected WD expected to reach over 1.1 billion by 2022. It is also estimated that by 2026, 14 million workers will be using smart glasses or other similar devices to improve performance.

06

Virtual Reality

Augmented Reality

Virtual Reality/ Augmented Reality

Overview on VR/AR

가상현실/증강현실
VR/AR 개요

가상현실(VR)은 사용자에게 컴퓨터 생성 현실을 사용하는 몰입형 경험을 제공한다.
VR은 "화면이 있는 특수 고글이나 센서가 장착된 장갑과 같은 특수 전자 장치를 사용하여 인간이 인공 3차원 환경에서 상호작용할 수 있는 컴퓨터 생성 시뮬레이션"이라고 정의할 수 있다.[116] 반면 증강 현실 (AR)은 "시각적 요소, 소리 또는 기타 감각 자극을 사용하여 실제 물리적 세계의 향상된 버전"으로 정의할 수 있다.[117]
VR과 AR의 주요 차이점은 VR은 사용자가 "VR 헤드셋을 통해 완전한 디지털 환경으로 들어가기 위해 실제 환경을 떠나"완전히 몰입할 수 있는 경험을 제공하는 반면 AR은 "가상 물체가 스마트폰, 태블릿 또는 AR 안경을 통해 실제 환경에 겹쳐지는 경험"을 만드는 데 초점을 맞추고 있다는 것이다.[118] VR과 AR은 도시와 시민들에게 큰 영향을 미칠 것이다.
VR/AR 시장은 2025년까지 7,660억 달러에 이를 것으로 예상된다.[119]

AR and VR Market is Set to Progress at a CAGR of 73.7% from 2020 to 2025

https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=214885

Enhancing Urban Planning using VR/AR

VR/AR을 이용한 도시계획 향상

시 정부가 도시 계획을 강화하고 빅 데이터 통찰력을 활용하여 지속가능한 행동을 이끄는 혁신적인 방법을 계속 모색하는 상황에서 VR과 AR은 도시가 영감을 얻을 수 있는 고유한 이점을 제공한다.

"AR is also playing an increasingly prominent role in healthcare from training medical students to assisting in surgeries"

AR은 의대생 교육 뿐만 아니라 수술 지원에 이르기까지 의료 분야에서 점점 더 중요한 역할을 하고 있다.

AR은 다음 세 가지 방법으로 도시에 영향을 주고 시민 삶의 질을 향상시킬 수 있다.
첫째, AR 기반 내비게이션은 사용자 스마트폰의 정보를 활용하고 카메라에서 이미지를 수신함으로써 목적지 기준으로 사용자의 위치를 파악할 수 있다. 사용자가 걸을 때 휴대폰이 움직이게 되며 AI 기반 포인터는 올바른 방향을 가리키게 된다. AR 기반 내비게이션은 사용자가 휴대 전화를 계속 보면서 길을 찾아야 하는 기존 내비게이션 모바일 앱보다 더 안전하다.[120]
둘째, AR은 재난 대응을 지원할 수 있다. AR 기반 스마트 안경은 구조 대원에게 심층적 시각을 제공하고 긴급 상황에 대한 정보를 시각화하여 피해자를 신속하게 찾고 가장 안전한 접근 경로를 시각화해준다. VR과 마찬가지로 AR은 응급 구조대 및 기타 구조 요원에게 다양한 비상 상황에 대응하는 방법을 교육하고 배울 수 있는 몰입형 환경을 제공할 수도 있다.[121]
셋째, AR은 의대생 교육에서 수술 지원에 이르기까지 의료 분야에서 점점 더 중요한 역할을 하고 있다. AR 장치는 의대생이 복잡한 인체 해부학을 이해할 수 있는 도구를 제공한다. 예를 들어, 홀로렌즈는 의사, 간호사, 학생에게 해부학의 실시간 3차원 보기를 제공하여 임신의 여러 단계를 시각화함으로써 더 잘 이해하도록 하고 분만 실습 기술을 개선하도록 돕고 있다.[122] 또한 AR지원 안경은 실시간으로 건강상태에 대한 데이터와 정보를 추적 및 시각화하고 건강을 유지하기 위해 권장되는 조치를 취하도록 장려함으로써 환자가 건강을 유지하도록 돕는다.[123] 뿐만 아니라 AR장치는 의사가 수술 기술을 연습하고 암세포의 위치를 찾는 데 도움을 준다.[124]
반면 VR은 교육, 도시계획 및 물 관리에서 도시를 지원하는 몰입형 시나리오를 만들 수 있다. VR은 기존 교육 도구가 제공할 수 없는 대화형 몰입형 경험을 제공할 수 있다.
VR을 통해 학생들은 백악기의 공룡을 만나고 화성에서 생활해 보는 등 과거와 상상의 미래로 여행할 수 있다. VR 장비를 사용하는 학생들은 실제 세계에서와 같이 핵심요소와 상호작용할 수 있다. 또한 VR은 안전한 환경의 원격 학습을 장려하여 도시 주변 지역과 연결하는 데 도움이 될 수 있다.[125]
VR은 도시계획에도 도움이 될 수 있다. 3D 시각화 도구는 도시 엔지니어와 건축업자가 지속가능하고 에너지 효율적인 건축 청사진을 개발하는 데 매우 중요하다. VR은 모델이 실제 세계에 어떻게 들어 맞는지 시각화하고 그에 따라 적절히 조정할 수 있는 대화형 도구를 제공한다. VR 도구는 시민에게 도시 개발 프로젝트에 참여할 수 있는 새로운 방법을 제공하고 있다. 건축업자는 건축될 인프라에 대한 VR 투어를 제공하고 시민들의 우려와 의견에 대해 상담할 수 있다.[126]
VR은 물 분배 네트워크(Water Distribution Network, WDN)와 제공되는정보를 개선하여 도시의 물 관리를 개선할 수 있다. WDN은 배관 세그먼트, 노드, 수원, 물 탱크 및 펌프장으로 구성된 수원 네트워크이다. 시뮬레이션과 모델링은 WDN의 모든 정보를 시각화하는 데 중요하며, 계획자와 운영자에게 WDN 내의 문제를 해결하는 데 필요한 정보를 제공한다. VR은 운영자가 적절한 조치를 취할 수 있도록 지리공간 3차원 데이터를 제공하여 이 시뮬레이션 프로세스를 크게 향상시킬 수 있다.
2012년에는 수도 시설의 성능과 서비스를 향상시키기 위해 물 분배 시스템 모델링 소프트웨어인 EPANET이 통합된 WDN용 VR 장면 시뮬레이션 시스템이 개발되었다. 이 VR 시스템을 통해 사용자는 3차원 가상 환경에서 WDN의 시나리오 업데이트를 시각화하고 펌프 일정 수정으로부터 속도 및 압력값 변경에 이르기까지 테스트 작업을 시각화할 수 있다.[127]

"VR can create immersive scenarios that support cities in their education, urban planning and water management"

VR은 교육, 도시 계획 및 물 관리에서 도시를 지원하는 몰입형 시나리오를 만들 수 있다.

In focus – VR for urban planning and citizen participation, London, Canada

포커스 - 도시계획 및 시민참여를 위한 VR, 런던, 캐나다

캐나다 온타리오주 런던 시의회는 역사적 공원인 빅토리아 공원 주변에 30~35층 높이의 새로운 주거용 건물을 건설하려는 새로운 개발 계획을 제안했다. 고층 건물이 공원의 경관과 평온을 방해할 수 있고 많은 사람들은 그 공간을 보존되어야 할 중요한 녹지공간으로 간주했기 때문에 이 제안은 지역 주민들의 의심과 반대를 받았다.

그래서 런던시는 상황을 더 잘 이해하고자 지역 주민들과 소통할 수 있는 혁신적 방법을 모색했다. 이를 통해 제안된 고층 건물과 함께 빅토리아 공원의 디지털 모델이 만들어지는 VR 경험을 개발했다. VR 경험을 통해 지역 주민들은 제안된 다양한 시나리오를 기반으로 건물을 보면서 조명 수준이 어떻게 변하는지 경험할 수 있었다. 이것은 시민들에게 제안된 건물에 대한 복잡한 아이디어를 지속적으로 전달하려는 도시계획가에게 특히 유용하다. VR 기기를 이용하여 캐나다 런던의 거주자들은 고층 건물 제안에 대한 논의에 보다 의미있는 방식으로 참여할 수 있었다.[128]



Tracing the Future Path of Frontier Technologies in Cities

The Technical Challenges Remain

도시 프런티어 기술의 미래 경로 추적

남아있는 기술적 과제

위에서 설명한 것처럼 프런티어 기술은 주로 데이터에 의해 주도된다. 지능형 센서를 기존 인프라에 내장하면 도시에서 성능에 대한 데이터를 수집한 뒤 우수한 데이터 관리를 통해 이 데이터를 실행 가능한 인사이트로 전환하고 비용 절감, 자원 할당 개선, 지속 가능한 성장 생성과 같은 이점을 얻을 수 있다. 그러나 도시 데이터는 매우 다양하고 그 양은 방대하다. IoT 및 기타 프런티어 기술이 계속 확장되고 추가 데이터 트래픽을 생성함에 따라 데이터 양이 증가 할 것이다.

다양한 소스에서 사용 가능한 모든 데이터를 통합 분석하여 행동에 대한 인사이트를 추출하는 것은 지속가능한 스마트 시티에서 가장 어려운 작업 중 하나이다. 서비스 가능하고 운영 가능한 데이터를 추출하고 도시 문제를 해결하기 위한 공공 정책을 개발하려면 데이터 소스를 식별할 수 있어야 하고 데이터 품질이 보장되어야 한다.

우측 상단 그림에서 보다시피 도시 데이터는 사용 가능한 총 데이터, 사용 가능한 데이터, 서비스 가능하고 작동 가능한 데이터라는 세 가지 범주로 필터링 할 수 있다. 도시는 데이터 출처, 수집 방법, 언제, 무엇에 의해, 누구에 의해, 어떤 목적으로 어떤 종류의 센서로 데이터가 수집되었는지 알아야 한다.

오차 한계(사용 가능한 총 데이터)를 식별하고 측정하는 것도 동일하게 중요하다. 데이터 품질이 보증되면 도시는 어떤 데이터가 도시 애플리케이션에 적합한지 식별하고 이를 지역적으로 적용할 수 있다(서비스 가능하고 사용 가능한 데이터).

도시는 적절하고 맞춤화된 공공 정책을 설계하기에 충분한 데이터 스트림을 갖추지 못한 경우가 많다. 이 경우 센싱 기술은 필요한 데이터를 수집하는 도시를 지원할 수 있다.

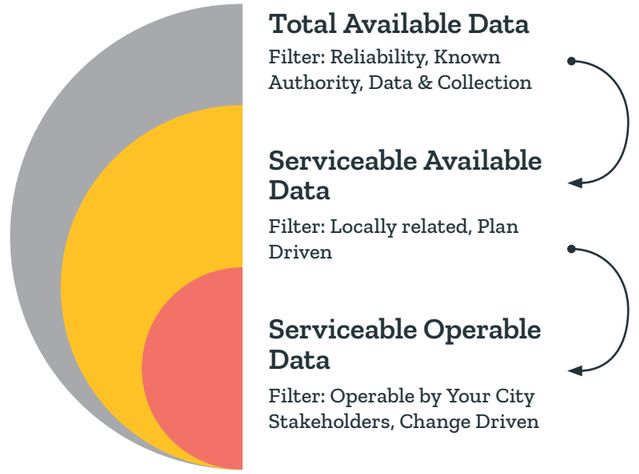
일단 수집된 데이터가 유용하고 특정화된 데이터로 엄격히 필터링되면 도시는 알고리즘을 제공하고 분석을 위한 지표를 구현할 수 있다. 이 과정을 통해 도시는 행동과 성과에 대한 귀중한 정보를 얻을 수 있다(우측 하단 그림 참조).

그 다음 이 정보는 시민의 요구에 더 잘 맞도록 공공 서비스를 향상시키기 위한 특정 프로그램이나 계획을 설계하고 배포하기 위한 인사이트로 전환될 수 있다. 표준, 측정지표 및 핵심성과 지표를 이 단계에 적용하여 도시의 성과를 벤치마킹하고 SDG와 같은 다양한 목표값에 대한 비교와 측정이 가능하다.

지속가능한 스마트시티는 스마트시티 플랫폼 상호운용성으로부터 관련 보안 및 개인정보 문제에 이르기까지 여전히 많은 기술적 과제에 직면하고 있다는 점을 유의해야 한다. 이 시나리오에서 국제표준은 이런 기술적 문제 해결을 위해 가치있는 지침을 제공하는 중요한 역할을 할 수 있다.

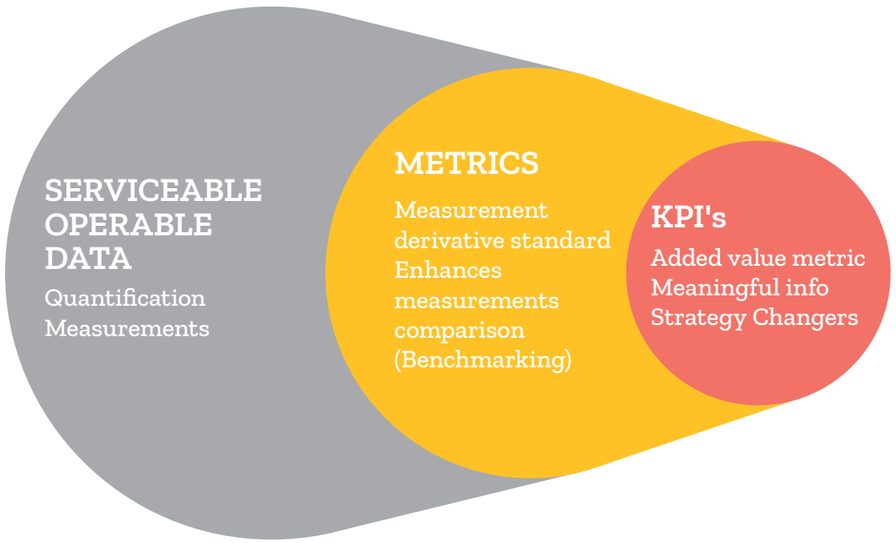
Categories of City Data

Data Source Catalogue for Cities



Filtration of City Data

Data → Useful Information Funnel



The Role of Standardisation in Driving Frontier Technologies

프런티어 기술 추진에서 표준화의 역할

국제표준은 프런티어 기술 솔루션을 확장에 필요한 기술 및 환경 요구사항을 정의하는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 스마트시티 내의 배포 지원을 위해 다양한 요구사항이 필요하므로 이 표준화 프로세스는 기술의 목적에 따라 달라진다.

IoT, 스마트 도시 및 커뮤니티에 관한 ITU-T 연구 그룹 20

2015년 5월에 창설된 이래, ITU-T 연구 그룹 20은 사물인터넷 (IoT) 기술의 표준화 요구사항을 다루는 선도적 연구 그룹으로서, 특히 스마트시티 및 커뮤니티(SC & C)의 IoT 애플리케이션에 중점을 두고 있다.

이에 따라 SG20은 기계 간 통신 및 유비쿼터스 센서 네트워크를 포함하는 IoT 기술의 공동 개발을 위한 국제표준을 개발하고 있다.

스마트시티 중점 영역 내에서 SG20은 지속가능한 개발 목표에 따라 도시 개발 과제를 해결하고자 IoT 기술 활용을 위한 광범위한 표준화 작업을 진행하고 있다.

도시에 IoT를 배포할 때 가장 일반적인 문제 중 하나는 상호운용성 문제이다. 레거시 시스템(Legacy System)과 최신 IoT 인프라는 종종 서로 호환되지 않는다. IoT 노드와 시스템이 서로 통신할 수 있는 능력은 IoT를 도시 서비스에 통합하는 데 중요하다. 효과적인 도시 서비스 또는 업종을 제공하려면 서로 상호작용을 위해 서로 다른 아키텍처, 플랫폼, 타사 애플리케이션 레이어가 필요하다. 예를 들어, 스마트 관광의 경우 개인화된 실시간 정보를 관광객에게 보내기 위해서는 센서에서 필요한 데이터를 수집하고 스마트시티 플랫폼을 통해 분석해야 하며, 이는 플랫폼 간 상호작용이 이루어진 후 관광객의 모바일 기기로 정보가 전달된다.

이를 위해 국제표준은 IoT 시스템과 아키텍처의 요구사항을 조화시키는 데 중요한 역할을 한다. ITU(국제전기통신연합)는 이러한 요구사항을 정의하고 IoT의 상호운용성 문제를 해결하고자 스마트시티와 커뮤니티를 지원하는 일련의 표준 (ITU-T 권장사항이라고 함)을 개발했다. 이러한 표준사항은 ITU-T Y.4000 시리즈"사물인터넷과 스마트시티 및 커뮤니티" 에 들어있다. 이 시리즈 내에서 "스마트시티 플랫폼의 상위 수준 요구사항 및 참조 프레임워크"에 대한 ITU-T Y.4201 권장사항[129] 은 스마트시티 플랫폼(SCP)의 프레임워크를 정의하는 반면, "스마트시티 플랫폼의 상호운용성 요구사항"에 대한 ITU-T Y.4200 권고[130] 는 SCP의 참조 포인트 설명을 제공한다. "개방형 유비쿼터스 센서 네트워크(USN) 서비스 플랫폼에 대한 요구사항 및 기능 아키텍처"에 대한 ITU-T Y.4402 권장사항"[131] 은 개방형 USN 서비스 플랫폼의 요구사항을 설정하기 위한 지침을 제공한다.

ITU는 또한 "지속가능한 스마트시티 구축을 위한 물리적 도시와 디지털 도시 간의 상호작용"과 " 스마트시티를 위한 디지털 트윈 시스템의 요구사항 및 기능"에 대한 두 가지 작업 항목을 만든 연구 그룹 20을 통해 스마트시티의 디지털 트윈 주제에 대한 작업을 시작했다. 보안에 관한 ITU-T 연구 그룹 17은 "스마트 시티의 디지털 트윈 시스템에 대한 보안 조치"에 대한 작업 항목을 만들었다.

그리고 국제표준은 다른 프런티어 기술을 확장하는 데 중요한 역할을 함으로써 원활한 배포를 보장하고 그 혜택을 모두가 공유할 수 있다. ITU는 IoT 관련 표준화 작업에 대한 선임 연구 그룹(좌측 Box 1 참조) 역할을 하고 있는 IoT 및 스마트시티 및 커뮤니티에 대한 ITU-T 연구 그룹 20을 통해 다양한 주제에 대한 표준화 작업을 시작했다. 여기에는 SDG 달성을 위한 인공지능 서비스, 인공지능 및 IoT의 참조 아키텍처, IoT 및 스마트시티를 위한 데이터 처리 및 관리 프레임워크, 자율주행 시스템을 위한 IoT 인프라가 포함된다. 또한 사전 표준화 활동은 인공지능 및 기타 이머징 기술(Emerging Technology)을 위한 환경 효율성 포커스 그룹(FG-AI4EE)[132] , 건강을 위한 AI 포커스 그룹(FG-AI4H)[133] 및 자율 주행 및 보조 운전을 위한 AI 포커스 그룹(FG-AI4AD)[134] 에 의해 지속적으로 수행되며 이들은 다양한 프런티어 기술을 연결하는 표준 연계의 격차를 해소하는 데 도움을 준다.

Conclusion

결론

스마트시티 개념은 관련 도시 이해관계자가 지속가능한 도시화를 추진하고 시민의 사회 경제적 및 생활 수준을 개선하도록 효과적으로 안내하는 데 목적이 있다. ICT는 의사결정 구현에서 중요한 역할을 할 수 있을 뿐만 아니라 인공지능, IoT, 디지털 트윈 개념, 드론, 웨어러블 기술, 가상현실/증강현실 등을 포함한 프런티어 기술을 활용하여 스마트시티의 진화를 촉진할 수 있다. 이러한 프런티어 기술의 효과적 구현 및 결합은 최적 정책 설계를 지원하고 다양하고 복잡한 스마트시티 중심 문제를 해결한다. 또한 프런티어 기술의 활용은 도시 프로세스를 개선하고 거버넌스, 보건의료, 운송, 제조, 농업 및 교육 등의 영역을 아우르기 위해 필수적으로 현대 기술이 개입해야 하는 부분을 가지고 있다.

최근 스마트시티 전환의 핵심은 IoT, AI 및 기타 프런티어 기술의 잠재력을 활용하는 스마트 장치에 내장된 센서와 엑추에이터이며 그들은 환경을 감지하고 센서에서 수신한 데이터를 기반으로 자동화되고 효과적인 의사결정을 수행한다. 도시에 프런티어 기술을 통합함으로써 센서와 엑추에이터(물리적 세계를 도시 운영을 지원하는 컴퓨터 시설에 연결할 수 있는)는 사이버-물리적 시스템으로 전환되고 "미래의 도시"로 전환하는 능력을 갖게 될 것이다. 이 보고서에서 알 수 있듯이 여러 도시는 이미 프런티어 기술 채택을 위한 조치를 취했다. 이 보고서에 설명된 주요 예들은 도시의 프런티어 기술 채택과 관련된 다음 사항을 강조하고 있다.

(1) 스마트시티 내의 데이터 트래픽은 AI 및 IoT와 같은 프런티어 기술의 효과적인 적용을 위한 주요 "연료" 역할을 한다.

(2) AI의 적용은 SDG 타임라인에 긍정적 영향을 미칠 수 있다. 빅데이터 분석으로 보완되는 AI와 IoT의 결합은 인간 개입이 필요 없이 업종 전반의 주요 서비스 자동화와 함께 의사결정을 가속화하고 개선할 수 있다. 그러나 보안 및 개인정보 보호, 데이터 편향, 중앙 집중화, 확장성 등과 같은 많은 문제가 계속해서 남아있다.

(3) 계획은 스마트시티 전환과 관련된 주요 과제 중 하나이다. 많은 도시가 스마트시티 여행을 시작하면서 효과적인 계획을 세우지 않고 프런티어 기술을 무차별하게 사용한다. 가상현실/증강현실, IoT 및 AI가 지원하는 "디지털 트윈" 개념은 구상된 "미래 도시"의 디지털 시뮬레이션을 생성할 수 있다. 몇몇 개발 도상국을 포함하여 전세계의 도시들은 기존 도시 인프라에 다른 프런티어 기술 동화를 시작하기 전 디지털 시뮬레이션을 활용했다.

(4) "미래의 도시" 내 데이터 편향, 개인정보보호 및 보안과 관련된 문제를 극복하기 위해 국제표준을 만들 수 있다. 도시 맥락의 프런티어 기술과 관련된 핵심 표준화 작업은 IoT, 스마트 도시, 커뮤니티에 대한 ITU-T 연구 그룹 20이 수행하고 있으며, 이는 SDGs 달성을 위한 AI 사용과 함께 높은 수준의 요구사항, 상호운용성, 디지털 트윈과 관련된 주요 작업에 중점을 두고 있다.

Accelerating city transformation using frontier technologies

Smart City Standards

International Standardization for Smart City Interoperable Reference Architecture

Endnotes

39. https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-12/london-has-europe-s-worst-traffic-congestion
40. https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2020/january/artificial-intelligence-to-help-fuel-london-s-cycling-boom
41. https://www.intelligenttransport.com/transport-news/94780/tfl-tests-ai-technology-to-plan-and-operate -new-cycle-routes-in-london/
42. https://www.london.gov.uk/what-we-do/transport/cycling-and-walking/making-walking-count
43. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719333601
44. https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html
45. https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html
46. https://channellife.com.au/story/idc-forecasts-smart-city-spending-reach-158-billion-2022
47. https://www.iotforall.com/smart-city-iot-applications/
48. https://www.businessinsider.com/iot-smart-city-technology
49. http://www.lightingdesignandspecification.ca/design/2523-montreal-undertakes-one-of-north-america-s -largest-smart-lighting-projects
50. https://ubidots.com/blog/the-key-challenges-for-smart-cities/
51. https://news.itu.int/itu-statistics-leaving-no-one-offline/
52. https://news.itu.int/why-digital-skills-training-is-so-important-if-we-are-serious-about-closing-the-digital -divide/
53. https://www.allerin.com/blog/how-iot-can-transform-public-transportation
54. https://www.metro-magazine.com/blogpost/722152/the-benefits-and-challenges-of-iot-in-public -transportation
55. https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data
56. https://www.alliedmarketresearch.com/IoT-in-transportation-market
57. https://www.aa.com.tr/en/economy/global-energy-demand-to-grow-by-37-by-2040-international-energy -agency/102390
58. https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/smart-metering-smart-meters/
59. https://www.businessinsider.com/smart-meters-utilities-iot-energy-water
60. https://ec.europa.eu/energy/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters/overview_en
61. https://www.businessinsider.com/smart-meters-utilities-iot-energy-water
62. https://archer-soft.com/blog/what-smart-hospital-and-how-build-your-own-solution
63. The American Journal of Emergency Medicine (2020). Potential role of telemedicine in solving ST- segment elevation dilemmas in remote areas during the COVID-19 pandemic
64. https://www.digitalinformationworld.com/2020/02/iot-in-healthcare-expectations-for-2020.html
65. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/377417/hit-estonia-eng.pdf?ua=1
66. http://www.studiocollantin.eu/pdf/UNEP%20Info%20sheet%20-%20EE%20Buildings.pdf
67. https://www.eetimes.eu/smart-buildings-making-buildings-smarter-greener-and-more-energy-efficient/
68. http://www.studiocollantin.eu/pdf/UNEP%20Info%20sheet%20-%20EE%20Buildings.pdf
69. https://www.saudigazette.com.sa/article/533069/BUSINESS/Burj-Khalifa-Honeywell-mark-10-years-of -pioneering-IoT-innovation
70. http://www.fao.org/3/a-mq860e.pdf
71. https://www.iof2020.eu/
72. https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/04/23/7-amazing-examples-of-digital-twin-technology -in-practice/#4d905abb6443
73. https://www.prnewswire.com/news-releases/the-digital-twin-market-is-estimated-to-grow-from-usd-3-8 -billion-in-2019-to-usd-35-8-billion-by-2025--at-a-cagr-of-37-8-300956739.html
74. https://disruptive.asia/digital-twins-industry-4-0/
75. https://www.gim-international.com/content/article/seven-ways-cities-benefit-from-digital-twins
76. https://www.smartcitylab.com/blog/digital-transformation/smarter-cities-are-born-with-digital-twins/
77. https://www.opengovasia.com/the-growing-trend-of-city-scale-digital-twins-around-the-world/
78. https://www.urbannewsdigest.in/2019/05/amaravati-the-first-entire-city-to-be-born-with-a-digital-twin/
79. https://www.smartcitiesworld.net/news/news/digital-twin-created-for-new-indian-smart-city-3674
80. https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore
81. https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore
82. https://irevolutions.org/2014/06/25/humanitarians-in-the-sky/
83. https://reliefweb.int/report/haiti/drones-humanitarian-action-case-study-no6-rapid-damage-assessments -tabarre-and
84. https://irevolutions.org/2014/07/07/humanitarian-uav-missions-during-balkan-floods/
85. https://irevolutions.org/2014/08/25/humanitarian-uav-china-earthquake/
86. https://www.caa.co.uk/Consumers/Unmanned-aircraft/Our-role/Airspace-restrictions-for-unmanned -aircraft-and-drones/
87. http://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf
88. https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/Drones_vf.pdf
89. http://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf
90. https://next.voxcreative.com/sponsored/12106230/six-ways-drones-are-revolutionizing-agriculture
91. https://safetymanagement.eku.edu/blog/5-ways-drones-are-being-used-for-disaster-relief/
92. https://www.latimes.com/projects/la-me-camp-fire-building-destruction-map/
93. https://www.nbcnews.com/news/us-news/california-wildfire-was-world-s-costliest-natural-disaster-2018 -insurer-n956376
94. https://www.pbs.org/wgbh/frontline/article/camp-fire-by-the-numbers/
95. https://www.heliguy.com/blog/2019/03/22/six-times-drones-have-helped-with-disaster-response/
96. https://www.nytimes.com/2020/03/24/world/asia/india-coronavirus-lockdown.html
97. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200621-covid-19-sitrep-153 .pdf?sfvrsn=c896464d_2
98. https://www.aa.com.tr/en/asia-pacific/india-to-extend-5th-lockdown-phase-amid-coronavirus-/1859380
99. https://www.bbc.com/news/world-asia-india-52990324
100. https://www.cii.in/sectors.aspx?enc=prvePUj2bdMtgTmvPwvisYH+5EnGjyGXO9hLEC vTuNu2yMtqEr4D408mSsgiIyM/
101. https://www.theguardian.com/world/2020/may/29/india-mumbai-hospitals-overwhelmed-coronavirus -cases
102. https://timesofindia.indiatimes.com/gadgets-news/delhi-govt-now-has-an-app-to-track-available-hospital -beds-ventilators-for-covid-19-patients/articleshow/76152324.cms
103. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Medicine_from_the_Sky.pdf
104. https://www.wareable.com/wearable-tech/what-is-wearable-tech-753
105. https://www.statista.com/topics/1556/wearable-technology/
106. https://www.mbtmag.com/home/article/13251685/expanding-usecases-for-mobile-and-wearable -technology-in-manufacturing
107. Recommendation ITU-T Y.4117 Requirements and capabilities of the Internet of things for support of wearable devices and related services
108. https://www.fetedeslumieres.lyon.fr/en
109. https://www.acoucite.org/fete-des-lumieres-2018/?lang=en
110. https://www.monica-project.eu/the-city-of-lyon/
111. CREATE-IoT (2020). IoT Policy Framework Common Event
112. CREATE IoT (2019). Assessment of convergence and interoperability in LSP platforms
113. https://www.monica-project.eu/applications-crowd-safety-security/
114. https://www.monica-project.eu/data-privacy/
115. CREATE-IoT (2020). IoT large-scale pilots' event with national and regional initiatives
116. https://www.investopedia.com/terms/v/virtual-reality.asp
117. https://www.investopedia.com/terms/a/augmented-reality.asp
118. https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/07/19/the-important-difference-between-virtual -reality-augmented-reality-and-mixed-reality/#3e9ddd7735d3
119. https://9to5mac.com/2017/08/04/worldwide-ar-vr-grow-215b-by-2021/
120. https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/08/05/applications-of-immersive-technologies-in -smart-cities/#4a7d5f8e1292
121. https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/08/05/applications-of-immersive-technologies-in -smart-cities/#4a7d5f8e1292
122. https://hololens.reality.news/news/hololens-can-now-simulate-childbirth-train-medical-students -0182126/
123. https://www.entrepreneur.com/article/298596
124. https://www.allerin.com/blog/what-if-we-tell-you-that-ar-in-healthcare-will-prove-revolutionary
125. https://www.vrfocus.com/2019/03/10-key-benefits-of-vr-in-education/
126. https://arpost.co/2019/01/10/role-ar-vr-urban-planning/
127. https://publications.iadb.org/publications/english/document/Use-of-4IR-Technologies-in-Water-and -Sanitation-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf
128. https://www.narcity.com/news/ca/on/london-ontario-news-city-is-using-vr-for-city-planning
129. https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4201/en
130. https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4200/en
131. https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4402/en
132. https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ai4ee
133. https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ai4h
134. https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ai4ad

Korea's Progress toward 17 Goals



1 NO POVERTY

Significant market income loss caused by COVID-19 was offset by government financial support, but the poverty rate of the elderly is still very high.

2 ZERO HUNGER

Vulnerable groups are disproportionately affected by poor nourishment and food insecurity.

3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING

Korea has a high UHC level among OECD countries, but it needs to reduce cata- strophic health expenditure and increase the number of healthcare workers.

4 QUALITY EDUCATION

Korea is witnessing a significant learning deficit caused by COVID-19 and widening gaps in academic achievement between urban and rural.

5 GENDER EQUALITY

Women remain underrepresented in the economical and political fields.

6 CLEAN WATER AND SANITATION

Korea achieved a higher IWRM score in 2020 than it did in 2017, but it is still among the middle-to-low score groups in OECD, and water stress level is high.

7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY

The share of renewables in final energy consumption is increasing, but it is among the lowest levels in OECD.

8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH

A lot of women lost their jobs amid COVID-19, and deaths from industrial accidents increased from 2019 to 2020.

9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE

The number of jobs almost returned to pre-pandemic levels in 2021, and online shopping transactions have grown dra- matically.

10 REDUCED INEQUALITIES

Income inequality is on a steady decline, but the gaps between Gini coefficients based on market income and on dis- posable income are the smallest among OECD countries.

11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES

Those living in the capital area are more likely to live under the minimum residen- tial standards than their counterparts liv- ing in other regions, especially the youth and low-income groups.

12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION

Packaging waste, including plastic, has increased significantly due to COVID-19, and domestic waste generation per capi- ta is also on the rise.

13 CLIMATE ACTION

Emissions decreased in 2019 from the previous year with the overall trend of GHG emission growth slowing down.

14 LIFE BELOW WATER

Total amount of marine debris has in- creased and the quality of seawater has relatively deteriorated since 2018.

15 LIFE ON LAND

Forest loss is putting biodiversity at risk, and the size of affected areas by wildfires has significantly increased per case as they are becoming larger.

16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS

Health service earned the highest score in a survey on satisfaction with public services, and both the state-public com- munication and political efficacy were improved.

17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS

Despite the GDP loss due to COVID-19, global ODA reached an all-time high in 2020, but ODA as a percentage of GNI is quite low at 0.14% in Korea compared to other OECD countries.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS