

한-아세안 민관 네트워크기반의 스마트시티 수출을 위한 거점 HUB 플랫폼 개발에 관한 연구

김대일¹ · 김정현² · 염춘호^{3*}

A study on the Development of a Smart city Export HUB Platform based on Korea-ASEAN Public-Private Network

Dae Ill Kim¹ · Jeong Hyeon Kim² · Chun Ho Yeom^{3*}

¹Research Professor, Institute of Urban Science, University of Seoul, Seoul, 02504 Korea

²Researcher, Institute of Urban Science, University of Seoul, Seoul, 02504 Korea

^{3*}Professor, International School of Urban Sciences, University of Seoul, Seoul, 02504 Korea

요 약

최근 아세안은 우리나라의 새로운 생산기지이자 소비시장으로서 각 지역에서 생산 네트워크의 활용에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 아세안 국가의 도시화는 상대적으로 빠른 속도로 진행되고 있으며, 각 국가들은 주거, 교통, 물류, 방범, 방재 등 낙후된 기초 인프라 시설 개선을 위해 첨단 ICT와 결합한 스마트시티 사업을 추진하고 있다. 본 연구의 목적은 국내 우수한 스마트시티 솔루션을 보유한 기업들이 아세안 국가와의 네트워크를 통해 스마트시티 구축에 참여할 수 있도록 Web 기반의 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼을 개발하는 데 있다. 이러한 플랫폼을 통해 아세안 국가의 스마트시티 구축에 대한 수요를 확보할 수 있으며, 한-아세안 민관 네트워크 구축을 통해 향후 아세안 국가에서 계획 중인 스마트시티를 보다 혁신적으로 추진할 수 있다. 또한 국내 우수 기업들과 협업을 통해 실제 도시에 적용이 가능하게 되면, 세계적인 스마트시티 플랫폼 모델로 자리매김할 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Recently, ASEAN is not only a new production base but also a consumer market for Korea, and interest in the utilization of production networks in each region is increasing. In particular, urbanization in ASEAN countries is progressing at a relatively fast pace. Each country is promoting smart city projects combined with ICT to improve outdated basic infrastructure facilities such as housing, transportation, logistics, crime prevention, and disaster prevention. The purpose of this study is to develop a web-based smart city export HUB platform so that companies with excellent domestic smart city solutions can participate in smart city construction through networks with ASEAN countries. These platforms can secure the demand for smart city construction in ASEAN countries, and through the establishment of the Korea-ASEAN public-private network, smart cities planned in ASEAN countries can be promoted more innovative. In addition, it is expected to be positioned as a Global smart city platform model by applying to real cities through collaboration with excellent domestic companies.

키워드 : 한-아세안, 스마트시티, 솔루션, 민관 네트워크, 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼

Keywords : Korea-ASEAN, Smart city, Solutions, Public-Private Network, Smart City Export HUB Platform

Received 16 November 2022, Revised 24 November 2022, Accepted 29 November 2022

* Corresponding Author Chun Ho Yeom(E-mail: chunho7@uos.ac.kr, Tel: +82-26490-5154)

Professor, International School of Urban Sciences, University of Seoul, Dongdaemun-gu, Seoul, 02504 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.12.1908>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

2015년 아세안경제공동체(AEC)가 출범한 이후 전 세계가 동남아시아 지역에 관심을 집중하고 있다. 특히 아세안은 우리나라의 새로운 생산기지이자 소비시장으로 각 지역에서 생산 네트워크의 활용에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 아세안 지역은 평균연령이 30세로 약 20억 인구를 보유하고 있으며, 연평균 소비시장 성장률(CAGR)이 15%에 달해 발전가능성이 높아, 5세대(5G) 이동통신, 정보통신기술(ICT), 스마트시티 등 4차 산업혁명 공동 대응을 위한 혁신 기반 구축이 유망한 지역으로 조사되었다[1]. 이와 더불어 우리나라는 아세안 국가들과의 협력수준을 미국·중국·일본·러시아 등 주변 4강국 수준으로 끌어올리기 위해 한-아세안 미래공동체를 구현하는 글로벌 협력 프로그램 본격 추진하고 있다[2]. 이러한 한-아세안 글로벌 협력 프로그램은 우리나라가 주도적으로 추진한 ‘K-City Network’를 출범하여 아세안과의 협력 강화로 ‘한국형 스마트시티’를 수출하는데 기여하고 있다. 또한 보호무역주의 심화 등에 의한 4강국과의 대외적 리스크를 완화하고 국내 스마트시티 솔루션을 보유한 기업들의 해외수출과 인적교류를 확대하는 효과를 강화하는데 목표를 두고 있다[3].

최근에는 베트남, 인도네시아, 필리핀, 말레이시아 등 아세안 국가의 도시화가 상대적으로 빠른 속도로 진행되고 있으며, 특히 베트남의 경우 과거보다 더욱 도시화가 가속화 되는 양상을 보이고 있다. 아세안 국가들의 도시화 가속화 추세는 기존 도시의 물리적 토지이용 확대와 신도시 개발 촉진을 유발시키고 있으며, 주거, 교통, 물류, 방범, 방재 등 낙후된 도시 인프라 시설 개선이 주요 쟁점으로 부각되고 있다[4].

스마트시티는 도시화가 가속화 되면서 발생하는 다양한 문제들을 빅데이터, 첨단 ICT 등을 활용하여 도시 문제를 해결하는 것이 목적이며, 지역의 특성에 맞는 스마트교통시스템, 스마트물류 등과 같이 특화된 스마트시티를 구축하기 위해서는 민관의 네트워크와 협력이 중요한 역할을 한다. 특히 우리나라는 스마트시티 구축을 통해 빅데이터와 첨단 ICT를 기반으로 신도시 건설 및 도시교통, 도시물류, 주거, 관광, 방재 등 다양한 도시 문제를 해결하는 데 활용하고 있다[4].

이와 더불어 2020년에 국토교통부가 공모한 ‘K-City Network’협력 국가 선정 진행 결과 23개국에서 총 80건

을 제출하여 스마트시티 수출 시장 수요가 충분히 확보된 상태이다. 이러한 우리나라의 스마트시티 기술력을 바탕으로 도시화가 가속화 되고 있는 아세안 국가로의 스마트시티 수출을 위해서는 아세안 각 국가에서 필요한 수요 중심의 솔루션을 발굴하고 협력분야를 추출하여, 수요-공급 매칭을 통한 스마트시티 수출과 한-아세안 민관 네트워크 구축이 필요하다.

본 연구의 목적은 국내 우수한 스마트시티 솔루션을 보유한 기업들이 아세안 국가와의 네트워크를 통해 스마트시티 구축에 참여할 수 있도록 Web 기반의 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼을 개발하는 데 있다. 이러한 플랫폼은 아세안 국가의 스마트시티 구축에 대한 수요를 확보할 수 있으며, 국내 스마트시티 관련 기업들이 보유하고 있는 솔루션의 정보제공을 통해 한-아세안 민관 네트워크 기반의 한국형 스마트시티 수출에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

본 논문의 구성은 크게 이론적 고찰과 플랫폼 개발로 나뉜다. 먼저 2장 이론적 고찰에서는 스마트시티의 개념과 국내 스마트시티 보유 기업을 중심으로 스마트시티 솔루션에 대해서 고찰하였다. 또한 아세안 국가에서 스마트시티를 주도하고 있는 아세안 스마트시티 네트워크(ASEAN Smart City Network, 이하, ASCN)를 고찰하였다. 3장 분석의 틀에서는 플랫폼 개발의 방법론을 제시하였으며, 4장 분석 결과에서는 아세안 국가와 국내 스마트시티 관련 기업들의 수요-공급 매칭을 기반으로 한 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼의 구현 결과를 분석하였다. 마지막 5장에서는 결론으로 플랫폼의 응용 및 적용에 따른 기대효과와 연구 한계 및 향후 연구 과제를 제시하였다.

II. 이론적 고찰

2.1. 스마트시티 개념

스마트시티가 전 세계적으로 회자되기 이전에는 환경도시, 녹색도시, 압축도시, 지속가능한 도시, 저탄소도시 등 환경과 에너지 차원의 지속가능한 도시에 대한 논의가 유럽 및 북미 선진국 중심으로 발전해왔다[5]. 특히 정보통신기술을 접목한 효율적인 도시문제를 해결하는 차원에서 시작된 스마트시티 개념은 ‘Smart’의 일반성과 확장성을 기반으로 지속가능한 도시와 관련

이 높다. Moir et al에 따르면 환경문제가 도시의 주요 이슈로 떠오르기 시작했던 1990년대 및 2000년대 초에는 지속가능한 도시 및 환경도시 등의 개념이 미래도시 논의의 주였으나, 2000년대 중반 이후 스마트시티 개념으로 대체되거나 혼용되는 패턴을 보이고 있다[6]. Hollands도 스마트시티에 있어서도 사회적·환경적 지속가능성이 주요한 개념이라고 지적하고 있다. 캐나다 오타와(Ottawa), 호주의 브리즈번(Brisbane)에서는 환경적 지속가능성 목표를 도시의 비전으로 설정하고 있는데 스마트시티를 일종의 브랜드로 사용하고 있다[7]. 한편 스마트시티는 도시 브랜드 및 도시정책 홍보 차원을 넘어, 지속가능한 도시와 도시성장관리를 위한 정책을 포괄하는 개념이 되고 있다[8]. 이러한 지속가능한 도시로서의 스마트시티는 도시설계, 도시계획, 건축, 교통 등에 걸쳐 탄소배출 저감, 에너지 고효율화, 친환경적 도시개발을 위한 내용 등이 포함된다. 특히 개발도상국에서는 계획적 도시개발을 통한 기반시설 공급 계획과 사업추진을 통해 경제발전 효과를 기대하면서 스마트 시티로의 전환을 위한 청사진을 제시하고 있다. 대표적으로 아세안 주요 국가가 참여하고 있는 ASCN은 2018년 “ASEAN 스마트시티 프레임워크”를 채택하여 10개 국가 26개 도시에서 스마트시티 사업을 추진하고 있다. 이처럼 개발도상국에서는 폭발적으로 증가하는 도시인구를 효율적으로 수용하기 위한 수단으로 스마트시티를 활용하고 있으며, 이 과정에서 필수 도시기반시설이 공급되고, 경제성장이 촉진되기를 기대하고 있다.

2.2. 스마트시티 솔루션

스마트시티 솔루션을 분류하기에 앞서 각각의 솔루션들이 활용되고 있는 산업분야를 먼저 분류하였다. 산업 분야에서는 유비쿼터스도시 건설사업 업무지침[9]에서 법적으로 규정된 11대(행정, 교육, 교통, 보건·의료·복지, 방법·방재, 환경, 시설물 관리, 문화·관광·스포츠, 물류, 근로·고용 및 기타) U-City 서비스를 참고하여 국내 스마트시티 관련 기업에서 활용하고 있는 스마트시티 솔루션을 목적별로 분류하였다.

또한 스마트시티 관련 선행연구를 통해 빅데이터, 자율주행차, 로봇, AI, IoT 등과 같이 실제 스마트시티 솔루션에 자주 사용되는 핵심 솔루션으로 분류하였으며, 정보통신·방송 연구개발 관리규정 제14조 제1항에 따라 과학기술정보통신부의 ICT 연구개발 기술 분류 체

계를 참고하여 분류하였다[4].

본 연구에서는 <표 1>과 같이 선행연구와 스마트시티 솔루션 보유기업, 참고문헌 등을 조사하여 스마트시티 산업과 솔루션 분야를 나누어 분류하였다. 그 결과 산업 분야는 건설, 교통, 물류, 방범, 방재, 관광, 금융 등 21개 분야로 분류하였으며, 솔루션은 3D, AI, IoT, 디지털트윈, 블록체인, 빅데이터, 자율주행, 플랫폼 등 총 39개로 분류하였다.

Table. 1 Categories of smart city companies and solutions

| Classification | Contents |
|----------------|--|
| Industry (21) | <ul style="list-style-type: none"> • Construction, Traffic, Logistic, Crime prevention, Disaster prevention, Labor employment, Factory, Tourism, Education, Green·Energy, Finance, Agriculture, Culture and art, Water management, Welfare, Business, Citizen participation, Refuse disposal, Medical·Health, E-government, Communication technology |
| Solution (39) | <ul style="list-style-type: none"> • 3D, AI, AR, BIM, CCTV, DRM, ESS, GIS·GPS, IoT, LTE·5G, MR, NFC, RFID, SI·SM, VR, Compose·Operate·Maintenance, Drone, Digital Twin, Robot, Module, Modular, Mobile, Block chain, Bluetooth, Big Data, Biometrics, Sensor, Water Treatment, Renewable Energy, Edge Computing, Fuel cell, Autonomous driving, Eco-friendly car, Consulting, Contents, Cloud, Kiosk, Program, Platform |

2.3. 아세안 스마트시티 네트워크(ASCN)

아세안 국가들은 급격한 도시화에 대응하기 위해 지속가능한 스마트시티를 적극적으로 추진하고 있으며, 각 지역의 매우 빠른 도시화와 더불어 주목받고 있다. 특히, 방콕, 호치민, 자카르타, 마닐라, 양곤 등과 같이 자연 재해에 대한 대응 수요가 큰 아세안의 대도시들은 단순히 증대되는 도시 인프라 수요에 부응하는 수준을 넘어, 재난 관리 체계에 대한 보다“스마트”한 솔루션이 요구되고 있다[10]. 이 같은 아세안 국가의 스마트시티에 대한 전략적 수요를 반영해 2018년 아세안 의장국인 싱가포르의 각 회원국 간 스마트시티 역량 강화 및 협력 플랫폼으로서 ASCN을 출범시켰으며, <표 2>와 같이 아세안 국가 중 10개 회원국에서 총 26개 도시가 시범 도시로 참여하고 있다. 또한 이들 도시는 인구 1천만 이상의 메가폴리스부터 중소 규모 도시를 포함한다[10,

Table. 2 List of ASEAN Smart City Network(ASCN) Pilot Cities

| No. | Country | City | Primary areas of the project |
|-----|----------------|---|---|
| 1 | Brunei(1) | Bandar Seri Begawan | • Tourism, water treatment, etc. |
| 2 | Cambodia(3) | Battambang, Phnom Penh, Siem Reap | • Urban space management, waste and wastewater management, pedestrian path improvement, public transportation improvement, tourist management, etc. |
| 3 | Indonesia(3) | Makassar, Banyuwangi, DKI Jakarta | • Health improvement, online integrated tax service, e-commerce startup education, tourism infrastructure development, public transportation payment system, etc. |
| 4 | Laos(2) | Luang Prabang, Vientiane | • Conservation of natural heritage, paving roads, construction of sewage facilities, sustainable transport, etc. |
| 5 | Malaysia(4) | Johor Bahru, Kuala Lumpur, Kota Kinabalu, Kuching | • City control center, water resource management, pedestrian and bicycle paths, integrated public transportation system, waste management, smart signal system, flood control response system, etc. |
| 6 | Myanma(3) | Nay Pyi Taw, Mandalay, Yangon | • Low-cost housing, international university construction, traffic congestion management system, waste and wastewater management, urban area conservation, etc. |
| 7 | Philippines(3) | Cebu City, Davao City, Manila | • Automated traffic management system, bus transfer system, integrated control, online education, etc. |
| 8 | Singapore(1) | Singapore | • Electronic payments, national digital IDs, etc. |
| 9 | Thailand(3) | Bangkok, Chonburi, Phuket | • Transportation hub development, smart city planning, smart grid, city data platform, etc. |
| 10 | Vietnam(3) | Da Nang, Hanoi, Ho Chi Minh City | • Intelligent traffic control system, smart water resource management, intelligent traffic system, integrated control center, etc. |

11, 12]. 이러한 ASCN을 통해 아세안은 회원국 간 혹은 외부 파트너들과의 협력을 통한 스마트시티 개발 및 연계 산업 개발을 도모하는 한편, 스마트시티 개발을 통한 국민의 삶의 질 개선, 성장 동력 마련, 개발 격차 해소, 아세안 연계성 기여를 지향하고 있다[11].

특히 ASCN은 아세안 공동의 스마트시티 협력 플랫폼을 목표로 스마트시티 개발에 있어 1) 회원국 간 협력을 촉진하고, 2) 민간기업과 함께 투자 가능성이 있는 프로젝트를 개발하며, 3) 아세안 외부 파트너들의 지원을 확보하는 세 가지 구체적인 목표를 달성하기 위해 추진하고 있다[10]. 또한 아세안은 UN의 지속가능한 개발 목표(SDGs) 중 하나인 지속가능한 도시와 공동체(SDGs 11)와 더불어 스마트시티를 포함한 지속가능한 도시 건설을 위한 가이드라인으로 ASEAN Sustainable Urbanization Strategy(ASUS)를 2018년 제정하였다[13]. ASUS는 아세안의 지속가능한 도시화를 추구하기 위해 도시 및 사회, 환경의 질, 인프라 구축, 산업화 및 혁신, 안보, 보건 및 웰빙과 같은 6대 분야와 사회적 결속, 문화 및 유산, 관광, 헬스케어, 사이버보안, 에너지, 모빌리티, 교육 등 18개 세부분야를 중심의 프레임워크

를 채택하고 있다[14].

최근 우리나라도 아세안 국가들과 건설, 교통, 관광, 헬스, 모빌리티, 전자정부 등 다양한 분야에서 협력 사업을 수행하고 있으며, 이를 기반으로 아세안 국가의 도시개발 사업 진출이 더욱 활발해질 것으로 예상된다. 한편 아세안 국가가 4차 산업혁명과 함께 스마트시티를 중심으로 한 도시개발 정책을 표방하고 있으나, 국가 간 경제력·기술력의 차이로 정책의 구체성과 가시적인 효과에도 편차가 큰 만큼, 우리나라의 스마트시티 솔루션 보유 기업들이 해외 진출을 위해서는 선택과 집중을 통한 수요-공급의 정보제공이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 아세안 국가에서 추진 중인 스마트시티 사업과 연계하여 우리나라의 스마트시티 솔루션 보유 기업들이 아세안 국가들과 스마트시티 수요-공급 측면에서 서로 매칭을 할 수 있도록 스마트시티 수출 HUB 플랫폼을 구축함으로써 우리나라 스마트시티 기술력과 해외 경쟁력을 높이는 데 기여하고자 한다.

III. 분석의 틀

3.1. 플랫폼 구축 목적 및 주요내용

본 연구에서 구현하는 Web 기반의 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼은 국내 우수한 스마트시티 솔루션 보유 기업과 스마트시티를 추진 중인 아세안 국가들을 연결하는 개방형 플랫폼으로서, 최근 스마트시티 수요가 높아지고 있는 아세안 국가를 대상으로 국내 기업이 보유한 스마트시티 솔루션을 수출할 수 있도록 연계해주고, 반대로 아세안 국가에서는 해당 지역에서 요구되는 스마트시티 솔루션을 보유한 국내 기업을 손쉽게 찾을 수 있도록 하는 데 목적이 있다. 따라서 본 플랫폼의 요구사항으로는 아세안 국가의 사용자가 희망하는 스마트시티 솔루션과 국내 기업이 보유한 솔루션을 매치하는 기능이 필수적이다. 이를 구현하기 위해 국내 스마트시티 관련 기업들의 정보와 각 기업이 보유한 솔루션에 대한 정확한 정보가 요구된다. 이러한 플랫폼은 주로 아세안 국가의 공무원이나 기업, 그리고 한국의 스마트시티 솔루션을 보유한 기업들이 활용하기 때문에, 한-아세안 스마트시티 교류를 더욱 촉진시키고 한국형 스마트시티 솔루션의 해외수출이 활성화될 것으로 기대할 수 있다<표 3>.

3.2. 플랫폼 구축 방법론

본 연구는 한-아세안 국가의 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼 개발 위해 국내외 스마트시티 현황 및 문제점을 파악하고, 국내외 우수 스마트시티 솔루션 발굴과 최근 스마트시티 수요가 증가하고 있는 아세안 국가를 중심으로 거점 국가를 선정하여 스마트시티 수요-공급 매칭에 따른 서비스를 목표로 하였다. 이를 위해 본 연구는 총 3단계로 나눠 진행되었으며, 최종적으로 한-아세안 민관 네트워크 스마트시티 수출 거점HUB 플랫폼을 구축하는데 중점을 두었다<그림 1>.

1단계에서는 국내외 스마트시티 정책 및 구축 현황과 솔루션 현황을 분석을 통해 각 산업분야에서 활용 중인 다양한 스마트시티 솔루션 현황을 분석하였다. 그 결과 산업 분야에서는 건설, 교통, 물류, 방재, 방법, 관광 등 21개 산업분야를 분류했으며, 스마트시티 솔루션에서는 3D, AI, AR, BIM, 디지털트윈, 빅데이터, 플랫폼 등과 같은 39개의 솔루션을 선정하였다.

Table. 3 Purpose and main contents of platform construction

| Classification | Contents |
|-------------------|--|
| Goal | • Establishing Korea-ASEAN open smart city export HUB platform |
| Primary functions | • Matching desired smart city solution technologies and exported technology of suppliers • Collect and Manage smart city big data |
| Main users | • ASEAN government officials and companies • Korean smart city related companies |
| Expected effects | • Promotion of Korea-ASEAN smart city exchange • Activation of overseas export of smart city solutions |

2단계에서는 최근 도시화가 급속도로 진행되고 있는 아세안 국가를 중심으로 국가개요, 건설시장, 도시개발, 스마트시티 추진현황, 스마트시티 도입수요, 주요 기관 스마트시티 참여사례 등 스마트시티 수요에 대한 현황을 분석하였다. 또한 아세안 국가 중 스마트시티 구축에 관심이 높은 국가들이 구축한 ASCN과 연계하여 스마트시티 수요가 많은 지역을 선정하였다. 3단계에서는 1단계의 스마트시티 솔루션 발굴 및 선정과 2단계의 아세안 스마트시티 수출 거점 국가 선정을 통해 얻는 결과를 가지고 Web 기반의 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼 구조 분석과 설계를 실시하였다. 이를 통해 아세안 국가에서 필요한 스마트시티 솔루션의 수요 측면과 국내 스마트시티 기업이 보유한 솔루션의 공급 측면을 매칭 시킬 수 있는 플랫폼을 개발하였다. 본 논문 4장에서는 3단계의 Web 기반의 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼 구조 분석 및 설계를 중심으로 스마트시티 수요-공급에 따른 모델을 구현하였다.

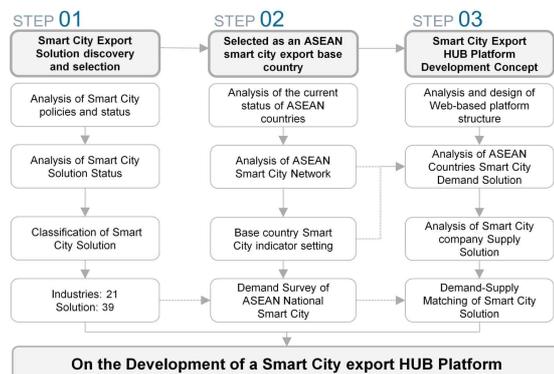


Fig. 1 Smart City Export HUB Platform Construction Flow

IV. 분석결과

4.1. 스마트시티 솔루션 정보 서비스

4.1.1. 스마트시티 솔루션 정보 서비스 개요

스마트시티 솔루션 정보 서비스는 국내 우수한 스마트시티 솔루션에 대한 소개를 제공하면서 스마트시티 솔루션을 보유한 국내 기업에 대한 데이터베이스를 구축하고 사용자가 이를 한눈에 확인할 수 있도록 하는 서비스이다. 이는 향후 주요 고객으로 예상되는 아세안 국가들로 하여금 자국에서 요구되는 스마트시티 솔루션에 대한 정보를 파악하고 국내 기업과 보다 쉽게 네트워크를 할 수 있도록 하는 데 목적이 있다.

본 서비스에서 제공하는 정보에는 최근 스마트시티 분야의 발전 동향과 해당 솔루션을 보유하고 있는 국내 기업명, 기업 규모, 서비스 유형, 보유 솔루션 등이 포함된다.

4.1.2. 스마트시티 솔루션 정보 서비스 구현 모델

본 서비스는 스마트시티 분야의 소개와 최근 발전 동향에 대한 정보뿐만 아니라, 스마트시티 관련 국내 기업들의 정보, 보유 솔루션, 서비스 유형, 제품 형태 등 폭넓은 데이터가 요구된다. 따라서 국내 기업들이 보유한 스마트시티 솔루션에 대한 정보를 조사하여 데이터베이스를 구축하였다. 그리고 선행연구 및 참고문헌 등을 통해 스마트시티 분야를 21가지의 대분류, 100가지의 중분류, 384가지의 소분류로 나누어 사용자가 이를 토대로 원하는 스마트시티 관련 국내 기업의 목록을 손쉽게 조회할 수 있도록 하였다. 또한 스마트시티 솔루션의 최근 발전 동향을 신속히 반영하여 서비스할 수 있도록 실시간으로 데이터를 갱신할 수 있도록 하였다<표 4>.

Table. 4 Contents of smart city solution company big data

| Classification | Contents |
|-----------------------------------|---|
| Basic information | • Company name, phone number, address, website, year of establishment, capital, sales volume, number of employees |
| Classification of the company (5) | • Non-profit corporations, small and medium-sized enterprises, medium-sized enterprises, large corporations, and public institutions |
| 1st Category (Industry(21)) | • Construction, Traffic, Logistic, Crime prevention, Disaster prevention, Labor employment, Factory, Tourism, Education, Green·Energy, Finance, Agriculture, Culture and art, Water |

| Classification | Contents |
|-----------------------------|--|
| | management, Welfare, Business, Citizen participation, Refuse disposal, Medical·Health, E-government, Communication technology |
| 2nd Category (100) | <ul style="list-style-type: none"> • Sub-categories subordinated to 21 1st categories • City control system, natural disaster and disaster management system, smart water city project, air quality monitoring service, energy saving and utilization, business operation and information management, etc. |
| 3rd Category (384) | <ul style="list-style-type: none"> • Sub-categories subordinated to 100 2nd categories • Smart city integration platform, real-time disaster notification, alternative water resource complex creation, environmental data provision, smart street lamp facility, etc. |
| Service type (Solution(39)) | <ul style="list-style-type: none"> • 3D, AI, AR, BIM, CCTV, DRM, ESS, GIS·GPS, IoT, LTE·5G, MR, NFC, RFID, SI·SM, VR, Compose·Operate·Maintenance, Drone, Digital Twin, Robot, Module, Modular, Mobile, Block chain, Bluetooth, Big Data, Biometrics, Sensor, Water Treatment, Renewable Energy, Edge Computing, Fuel cell, Autonomous driving, Eco-friendly car, Consulting, Contents, Cloud, Kiosk, Program, Platform |

이렇게 구축한 기초 데이터(Raw Data)는 한 기업이 여러 제품 형태(최종 제품)를 가지거나 두 가지 이상의 스마트시티 솔루션을 보유하는 경우가 많기 때문에 각 기업과 솔루션이 중복되어 나타나는 특징을 보인다. 따라서 일차적으로 구축한 Raw Data를 솔루션의 세부 분류와 기업명에 대하여 색인(Indexing)하는 과정이 필요하므로, 이를 위해 NoSQL 데이터베이스 시스템의 일종인 MongoDB를 활용하였다. 한편 MySQL과 같은 전통적인 관계형 데이터베이스 시스템은 데이터의 값으로 배열이나 집합 등을 사용할 수 없고 비교적 엄격한 데이터 스키마(Scheme)가 요구되기 때문에, 보유 솔루션의 대분류, 중분류, 소분류에 의한 포함관계를 보여주는 Raw Data 저장에는 적합하지 않다. 그에 반해 MongoDB 데이터베이스 시스템에서는 데이터의 포함관계에 따라 트리(Tree)나 그래프(Graph) 형태로 데이터를 저장할 수 있기 때문에 Raw Data의 각 행에서 보유 솔루션이 속한 대분류, 중분류, 소분류로 트리 형태의 자료구조를 만들어 데이터를 표현할 수 있는 장점이 있다.

4.1.3. 스마트시티 솔루션 정보 서비스 구현 결과

스마트시티 솔루션 정보 서비스는 산업 분야를 건설,

교통, 물류, 방법, 방재 등 21개 대분류로 나뉘었으며 스마트시티 솔루션으로 3D, AI, AR, BIM, 디지털트윈, 빅데이터, 플랫폼 등과 같은 39개의 솔루션을 선정하였다. 스마트시티 솔루션 정보 서비스의 사용자 인터페이스(UI)는 크게 4단계의 사용자 상호작용으로 구성되고, 각각에 대한 설명은 다음과 같다.

사용자가 서비스에 접속하면 가장 먼저 스마트시티 솔루션의 대분류 선택 페이지가 나타나고 건설, 고용노동, 공장, 교통 등으로 구성된 21가지의 대분류가 카드 형식으로 나열된다. 사용자는 이 21가지 카드 중 하나를 선택할 수 있으며 이해를 돕기 위해 각 기술에 연관된 시각적인 이미지와 영문 표기가 함께 제공된다. 여기에서 사용자가 본인이 확인하고자 하는 산업 분류의 카드를 클릭하면 선택한 대분류의 소개 페이지로 이동한다 <그림 2>. 대분류의 소개 페이지에서는 해당 산업 분야의 간략한 소개와 시각적인 이미지를 함께 제공하였으며, 각 산업분야를 소개하는 텍스트는 산업분야에 대한 이해가 부족한 사용자로 하여금 산업분야의 특징을 이해할 수 있도록 돕는다. 또한 같은 대분류 소개 페이지

의 하단에는 중분류와 소분류를 시각적으로 선택할 수 있는 구성 요소가 위치하고 있다. 이미지의 각 부분에 해당 대분류에 속한 중분류들이 있으며 해당 중분류를 클릭하거나 마우스 포인터를 올리는 것으로 중분류에 포함된 소분류 목록을 확인할 수 있다<그림 3>.

그리고 마지막으로 아래에 나타난 소분류를 클릭하면 해당 소분류에 속한 기업들의 세부 정보가 표 형태로 사용자에게 제공된다. 기업의 이름, 홈페이지, 서비스 유형, 제품 형태와 같은 정보들과 함께 보유 솔루션, 전화번호, 주소, 설립연도 등과 같은 부가적인 데이터까지 한눈에 나타난다. 이러한 스마트시티 솔루션 정보 서비스는 스마트시티 솔루션의 분류를 정리하고 해당 솔루션을 보유한 국내 기업들의 데이터를 관리하는 개방형 데이터 허브로서 기능할 수 있다. 이는 향후 아세안 국가에서 추진하는 스마트시티 사업에 필요한 솔루션과 국내 기업이 보유한 스마트시티 솔루션을 연계시킬 수 있으며, 국내 기업이 보유한 스마트시티 솔루션의 해외 수출 효과로 경쟁력을 높일 수 있다.



Fig. 2 First page of Smart City Solution Information



Fig. 3 Introduction page of the "Construction" category

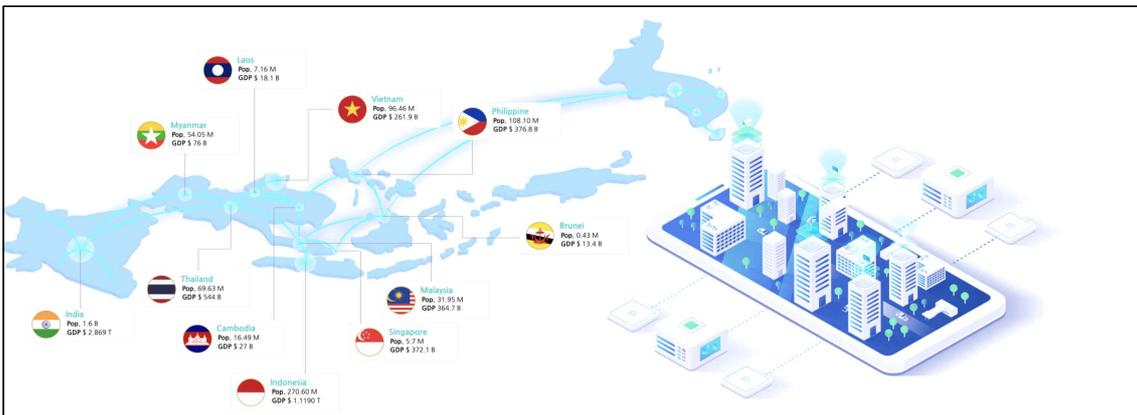


Fig. 4 The first user interface of ASEAN Information Service

4.2. 아세안 국가 정보 서비스

4.2.1. 아세안 국가 정보 서비스 개요

아세안 국가 정보 서비스는 최근 도시화가 빠른 속도로 진행되고 있는 아세안 국가를 중심으로 국가 정보와 도시개발 및 스마트시티 추진 현황에 대한 정보를 제공하는 서비스이다. <그림 4>와 같이 스마트시티를 추진하고 있는 ASCN을 중심으로 아세안 국가개요, 건설시장, 도시개발, 스마트시티 추진현황, 스마트시티 도입수요, 주요 기관 스마트시티 참여사례 등을 분석하여 각 지역에서 추진 중인 스마트시티 도입 수요에 이르기가 지 폭넓은 정보를 전달하는 것을 목표로 한다.

4.2.2. 아세안 국가 정보 서비스 구현 모델

본 서비스는 단순히 아세안 국가의 도시정보를 전달하는 것을 넘어 각 국가에서 추진 중인 건설시장을 조사하여 현재 추진 중이거나 계획 되고 있는 스마트시티 현황을 분석을 통해 각 국가의 스마트시티 추진에 필요한 수요 측면에서의 솔루션을 자세히 전달하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 문헌 조사와 아세안 국가 정부 기관 및 지방 공무원들을 중심으로 한 설문조사를 통해, 1) 각 국가의 개요, 2)건설 시장의 동향, 3)도시개발 동향, 4)스마트시티 추진 현황, 5)스마트시티 도입 수요, 6)주요 기관의 참여 사례 등을 분석하였다. 또한 서비스 구축 이후에도 데이터베이스를 실시간으로 갱신하면서 각 국가의 동향을 지속적인 업데이트 할 수 있도록 하였다. 스마트시티 솔루션 정보 서비스와 마찬가지로, 각 국가의 데이터들을 저장하는 기초 데이터(Raw Data)는

소속 국가를 기준으로 색인(Indexing)되어 MongoDB 데이터베이스 시스템에 저장되도록 하였다<그림 5>.

4.2.3. 아세안 국가 정보 서비스 구현 결과

아세안 국가 정보 서비스에 대한 구현은 아세안 국가 중 스마트시티 구축에 관심이 높은 국가들이 구축한 ASCN과 연계하여 스마트시티 수요가 많은 지역을 선정하여 구축하였다.

먼저 사용자가 서비스에 접속하면 아세안 주요 거점 국가들이 지도에 표시된 시각적인 사용자 인터페이스(UI)가 나타난다. 각 지역에는 해당 위치에 존재하는 국가의 기초 정보가 표시되고, 사용자가 정보를 얻고자 하는 국가를 선택하면 해당 국가의 건설시장 동향, 도시개발 동향 등을 비롯한 스마트시티 도입 현황이 정리된 프로파일이 나타난다<그림 4>.

1단계에서 구현한 스마트시티 솔루션 정보 서비스가 수요자인 아세안 국가에서 공급자인 국내 기업을 이해하는 데 활용된다면, 반대로 본 2단계에서 구현한 아세안 국가 정보 서비스는 스마트시티 기술을 요구하는 아세안 국가의 발전 현황 및 수요를 이해하기 위한 필수적인 자료가 될 것으로 판단된다. 하지만 기초 데이터 수집을 위한 아세안 국가 현황 조사는 COVID-19로 인해 대부분 문헌조사와 각 국가 정부기관 및 지방 공무원들을 중심으로 설문조사로 진행되어 각 국가에서 추진 중인 스마트시티 현장에 대한 조사가 미흡한 점이 있기 때문에 향후 정확한 현장 조사를 통해 보완이 필요하다.

4.3. 스마트시티 수요-공급 매칭에 따른 서비스

스마트시티 수요-공급 매칭은 1단계와 2단계에서 설계하고 구현한 개별 서비스는 각각 스마트시티 솔루션의 수요자가 공급자를, 그리고 공급자가 수요자를 이해하는 데 핵심적인 자료 역할을 한다. 이 두 서비스를 융합하여 단일 Web 기반의 플랫폼에서 제공하는 것이 스마트시티 수요-공급 매칭에 따른 서비스가 된다. 기술적인 시각에서 본 Web 기반의 스마트시티 수출 HUB 플랫폼은 기초 데이터를 저장하고 있는 Database와, Database를 읽어 원하는 데이터를 사용자에게 전송하는 Backend, 사용자가 실제로 웹 브라우저(Web browser)를 통해 보게 되는 사용자 인터페이스를 생성하는 Frontend로 구성된다. 이렇게 구성된 데이터베이스를 읽어 기술 분류의 계층 구조를 탐색하고 사용자가 요구한 데이터를 생성하는 작업

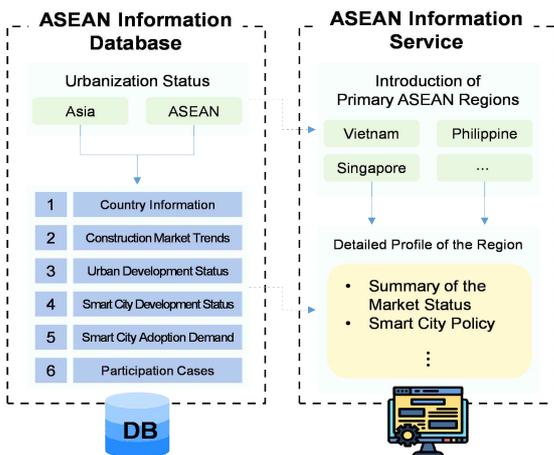


Fig. 5 Diagram of interactions between the ASEAN information database and the user interface

은 Backend에서 처리하게 된다. Backend는 Node.js로 작성되었는데, 이는 확장성 있는 네트워크 애플리케이션 개발에 사용되는 소프트웨어 플랫폼이다. 작성 언어로는 Javascript를 활용하였으며 논블로킹(Non-blocking) I/O와 단일 스레드 이벤트 루프를 통한 높은 처리 성능을 가지고 있다. 또한 내장 HTTP 서버 라이브러리를 포함하고 있어 웹 서버에서 아파치 등의 별도의 소프트웨어 없이 동작하는 것이 가능하며 이를 통해 웹 서버의 동작에 있어 더 많은 제어를 가능케 한다. 이렇게 구성된 Backend는 스마트시티 솔루션 기업들의 기술 분류 구조를 탐색하면서 사용자가 요구한 분류에 속하는 기업들의 목록을 사용자의 웹 브라우저에 해당하는 Frontend로 전송하도록 하였다.

또한 사용자와 가장 가까운 구성요소인 Frontend는 웹 브라우저를 통해 사용자 인터페이스(UI)를 구성하는 요소이다. Frontend는 Javascript 라이브러리인 React.js를 사용하여 사용자 인터페이스를 구성하며, React.js는 사용자가 웹 사이트를 탐색하면서 UI를 업데이트해야 할 때 실제 업데이트가 발생하는 구성요소만을 수정하여 성능 향상을 이룬다. 이렇게 Database, Backend, Frontend가 상호작용하는 구조는 <그림 6>에 나타난 것과 같다. 이 구성요소들이 실제로 작동하게 되는 서버는 Docker 컨테이너 가상화가 가능한 Linux 서버이다. 물리적인 서버는 하나이지만 각 구성요소가 개별적인 컨테이너로 가상화되기 때문에 결과적으로 복수의 물리적 서버를 둔 것과 동일한 효과를 얻을 수 있다. 특히 일반적으로 운영체제 자체를 가상화하는 전통적인 가상머신(VM, Virtual Machine) 방식과 달리 Docker 컨테이너를 이용하는 방식은 물리 서버의 자원을 보다 효율적으로 이용할 수 있고 컨테이너 간의 네트워킹도 함께 가상화할 수 있다는 강점이 있다. 실제 Docker 컨테이너를 생성하고 관리하는 것에는 하나의 설정 파일을 통해 복

수의 컨테이너를 구성하는 기능인 Docker Compose가 이용되었다. Docker Compose로 실행된 컨테이너들은 자동으로 서로 통신할 수 있도록 가상 네트워크가 구성되기 때문에 별도의 추가 설정 없이 데이터 교환이 가능하다. <표 5>에 기재된 설정으로 Docker Compose를 실행하였다고 가정하면 <그림 7>과 같이 컨테이너가 정상 실행된 것을 확인할 수 있다.

Table. 5 Sample YAML template file to create containers by Docker Compose

```
version: "3"
services:
  global-db:
    image: mongo
    restart: unless-stopped
    environment:
      MONGO_INITDB_DATABASE: smarthub
      MONGODB_DATA_DIR: /data/db
      MONGODB_LOG_DIR: /dev/null
    volumes:
      - type: bind
        source: /srv/smart-city-hub/db
        target: /data/db
    expose:
      - 27017

  global-front:
    image: node:10
    volumes:
      - /srv/smart-city-hub:/app
      - type: bind
        source: /srv/smart-city-hub/saved-files
        target: /app/saved-files
      working_dir: "/app/frontend"
    tty: true
    expose:
      - 3000
    entrypoint: ["yarn", "start"]

  global-back:
    image: node:10
    volumes:
      - /srv/smart-city-hub:/app
      working_dir: "/app/backend"
    tty: true
    expose:
      - 4000
    entrypoint: ["npm", "start"]
```

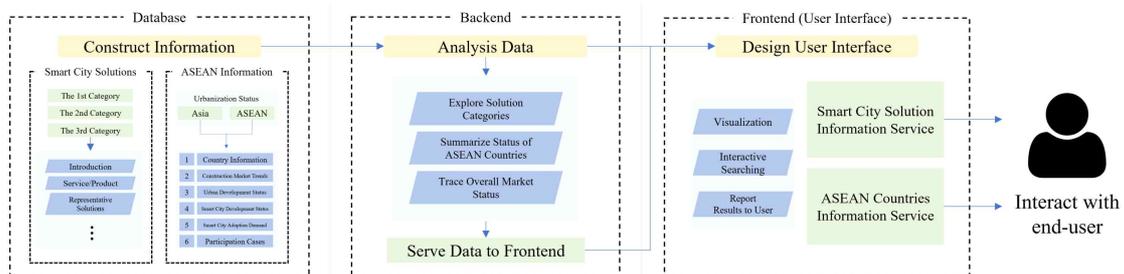


Fig. 6 Overall structure of Web-based Smart City Export Hub Platform

```

* hyeon@urban:~/ssd/data-parsers$ sudo docker ps -f name=global
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED
STATUS        PORTS    NAMES                    COMMAND
daa3771880aa   node:10  "yarn start"            3 months ago
Up 3 months   3000/tcp docker-compose_global-front_1
4bc59bcf7fd4   docker-compose_global-back  "npm start"            3 months ago
Up 3 months   4000/tcp docker-compose_global-back_1
a8025266b22b   mongo    "docker-entrypoint.s..." 3 months ago
Up 3 months   27017/tcp docker-compose_global-db_1
    
```

Fig. 7 Verification of container creation by Docker Compose

최종적으로 3단계에서 구현한 스마트시티 수요-공급 매칭에 따른 서비스는 수요자와 공급자가 양측의 참여 현황에 대한 정보를 손쉽게 얻을 수 있도록 해주고 더 나아가 스마트시티 커뮤니티로서 역량을 제공할 수 있다. <그림 8>은 1단계에서 3단계까지 구현한 스마트시티수출 거점HUB 플랫폼 주요 기능을 나타낸다. 본 서비스는 Web 기반 프레임워크를 이용하여 작성되었기 때문에 향후 유지보수와 자료 갱신에도 강점이 있을 것으로 예상된다. 향후 본 플랫폼이 한-아세안 국가의 스마트시티 플랫폼으로 자리매김할 수 있도록 서비스 성능 평가 기준을 마련하고 지속적인 데이터 업데이트를 통한 고도화가 요구될 것으로 판단된다.



Fig. 8 Main Functions of Web-based Smart City Export Hub Platform

V. 결론

본 연구는 최근 도시화가 급속하게 진행되고 있는 아세안 국가를 중심으로 스마트시티 구축에 있어 국내 우수 스마트시티 솔루션을 보유한 기업들이 아세안 국가와의 네트워크를 통해 스마트시티 구축에 참여할 수 있도록 Web 기반의 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼을 개발하는데 목적이 있다. 이러한 플랫폼을 통해 아세안 국가에서 추진 중인 스마트시티를 통해 시민의 도시 행정 참여, 사회 안전망 확보 및 디지털 사회 복지 구현이 가능할 것으로 기대되며, Top-down형 도시관리와

Bottom-up형 사용자 서비스가 결합이 되면, 스마트 커뮤니티가 활성화되는 계기가 될 수 있을 것이다. 또한 아세안 국가의 도시를 구성하는 다양한 스마트시티 인프라(사회, 경제, 교통, 환경, 에너지 등)가 유기적으로 연계된 통합 스마트시티의 구현으로 아세안 국가의 선도형 스마트시티 구축 사업에 기여할 수 있으며, 국내에서 성공적인 스마트시티 솔루션을 바탕으로, 아세안 국가의 스마트시티 수출을 통해 한-아세안 민관협력의 글로벌 테스트베드로 성장할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서 개발한 Web 기반의 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼은 아세안 국가의 도시데이터 관리 및 기술에 대한 표준, 개방형 데이터 허브 아키텍처 모델 제시 및 스마트시티 솔루션 희망기술과 공급자 수출기술을 매칭 하는데 활용 가능하다. 이를 통해 한-아세안 민관 네트워크 구축을 통해 향후 아세안 국가에서 계획 중인 스마트시티를 보다 혁신적으로 추진할 수 있으며, 국내 우수 기업들과 협업을 통해 실제 도시에 적용이 가능하게 되면, 세계적인 스마트시티 플랫폼 모델로 자리매김할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 한계로는 아세안 국가 현황조사는 COVID-19로 인해 대부분 문헌조사와 국내 유학 중인 각 국가 정부기관 및 지방 공무원들을 중심으로 설문조사로 진행되었기 때문에, 각 국가의 스마트시티 현황에 대한 조사가 미흡한 점이 있다. 또한 국내 스마트시티 솔루션 보유 기업들도 스마트시티에 대한 산업분류체계가 명확하지 않아 ICT 관련 기업을 중심으로 조사가 이루어졌다. 향후 과제로 아세안 국가에서 추진 중인 스마트시티 현장조사를 통해 현장에서 실제로 적용할 수 있는 스마트시티 솔루션 분석이 필요하다. 또한 국내 스마트시티 솔루션 보유 기업도 명확한 분류 체계 아래서 기업들을 업데이트해 나갈 필요가 있다.

특히 한-아세안 스마트시티 수출을 성공적으로 추진하기 위해서는 한-아세안 민관 네트워크를 통한 리빙랩 모델 개발과 함께 스마트시티 솔루션을 적용할 실증계획을 마련하는 것이 중요하다. 이를 위해 시민 참여형 서비스 구현, 서비스 성능 측정을 위한 스마트시티 인덱스 개발, 건설, 교통, 의료/보건, 방법/방재 등 다양한 융복합을 통한 다학제 프로그램 운영 등을 추가하여 사용자 니즈를 반영한 스마트시티 수출 거점 HUB 플랫폼을 고도화할 수 있는 심도 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea(NRF-2020S1A5C 2A01092978).

References

[1] C. H. Kim, S. G. Kim, S. A. Kim, S. K. Choi, J. U. Kim, Y. S. Choi, J. H. Kim, and H. E. Jeon, "2019 Role of Think Tanks for ASEAN-ROK Development and Cooperation Tasks," Korea Maritime Institute, WEKLY REPORT, vol. 164, 2019.

[2] J. E. Oh, "A Study on Security Threats due to the Visa Waiver for Citizens from ASEAN Countries as Part of New Southern Policy of South Korean Government: Focusing on the Increase of Irregular Immigrants in Korea," *Minjok Yeonku*, no. 74, pp. 72-91, Sep. 2019.

[3] Minister of Land, Infrastructure and Transport. Press Releases [Internet]. Available: http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmepage=8&id=95083489.

[4] D. I. Kim, J. H. Kim, and C. H. Yeom, "A Study on Strategic Approaches Plans for Industrial Revitalization and Overseas Export of Smart City Technology," *Smart Media Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 67-80, Feb. 2022.

[5] OECD Green Growth Studies. Press Releases [Internet]. Available:<https://www.oecd.org/regional/greening-cities-regions/compact-city.htm>

[6] The BUSINESS of CITIES. UK Government's Foresight Future of Cities Project [Internet]. Available: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/429125/future-cities-global-agenda.pdf

[7] R. G. Hollands, "Will the real smart city please stand up? Intelligent. progressive or entrepreneurial?," *City: Analysis of Urban Trends, Culture, Theory, Policy, Action*, vol. 12, no. 3, pp. 303-320, Dec. 2008.

[8] J. Park and S. H. Yoo, "Critical understanding of current implication of Smart City focusing on information and communication technology, governance, sustainability and urban development," *Space and Environment*, vol. 27, no. 1, pp. 128-155, Feb. 2017.

[9] Korean Law Information Center, Ubiquitous City Construction Project Work Guidelines [Internet]. Available:

<https://www.law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admRulSeq=2000000024361>.

[10] H. A. Zoo, "ASEAN Cities and Smart Cities," *Asian Regional Review DiverseAsia*, vol. 1, no. 2, pp. 1-7, Sep. 2018.

[11] J. G. Kim, I. N. Choi, J. W. Jeong, J. S. Jeong, and J. H. Lee, "A Study on Korea-ASEAN Smart City Cooperation Strateices," Korea Institute for International Economic Policy, REPORT 19-30-01, 2019.

[12] ASEAN Secretariat.Smart City Network Concept Note [Internet]. Available: <https://asean.org/wp-content/uploads/2019/02/ ASCN-Concept-Note.pdf>.

[13] The Association of Southeast Asian Nations. ASEAN Smart Cities Network Monitoring&Evaluation Report 2022 [Internet]. Available: <https://asean.org/our-communities/asean-smart-cities-network/>.

[14] ASEAN Secretariat. ASEAN Sustainable Urbanisation Strategy [Internet]. Available: <https://asean.org/book/asean-sustainable-urbanisation-strategy/>.



김대일(Dae Ill Kim)

2009년 일본오이타대학 공학연구과 석사 졸업.
2019년 일본오이타대학 공학연구과 박사 졸업.
2019년~현재 서울시립대 도시과학연구원 연구교수
※관심분야: 스마트시티, ICT 재난안전, 디지털트윈, 도시공간, 도시계획



김정현(Jeong Hyeon Kim)

2022년 서울시립대학교 컴퓨터과학부 졸업.
2021년~현재 서울시립대 도시과학연구원 연구원
※관심분야 : 스마트교통, AI, 알고리즘, 병렬처리



염춘호(Chun Ho Yeom)

2006년 North Carolina State University
토목공학과 석사 졸업
2015년 North Carolina State University
토목공학과 박사 졸업
2018~현재 서울시립대학교 국제도시과학대학원
조교수
※관심분야 : 스마트시티, 건설 및 사업관리,
도로계획 및 설계, 디지털트윈,
ICT 재난안전