

스마트시티 실증 서비스 성과평가에 관한 연구

이 면 성*, 임 춘 성°

A Study on Performance Evaluation of the Korea Smart City
Demonstration Service

Myun-sung Lee*, Choon-seong Leem°

요 약

전 세계적으로 스마트시티가 중요한 이슈로 등장하고 있다. 우리 정부도 스마트시티의 중요성을 인식하고 2000년 중반이후 스마트시티 사업을 적극적으로 지원하고 있다. 그러나 이러한 지원에도 불구하고 질적인 성과 및 지속성이 부족하다는 지적을 받아왔다. 공공서비스 중심의 보급으로 시민 체감이 부족하였고, 부처 간 정보공유 및 연계 또한 부족하다는 지적도 있었다. 특히 스마트시티 실증 서비스의 성과를 측정하는 지표의 부재로 중복 투자 및 효과성 검증이 미흡했던 것이 사실이다. 본 연구는 스마트시티 실증 서비스의 성과 평가를 연구하기 위하여 추진되었다. 관련 문헌 연구를 통하여 평가항목 및 지표를 도출하였고, 스마트시티 전문가를 대상으로 AHP를 수행하여 평가 지표의 중요도를 고려하였다. 또한 스마트시티 실증서비스를 적용하여 성과지표를 검증하였다. 최근 4차 산업혁명 산하 스마트시티 특별위원회를 구성하여 스마트시티 사업을 적극 추진하고 있다. 본 연구를 통해 최근 활발히 추진되고 있는 스마트시티 사업의 성과를 측정할 수 있는 체계적인 토대가 마련되기를 기대해 본다.

Key Words : Performance Evaluation, Success Factors, Success Model, Demonstration Service, Smart City

ABSTRACT

Smart city has recently emerged as an important issue worldwide. The Korean government has recognized the importance of smart city and has actively supported the smart city business since the mid-2000s. Despite such support from the government, however, it has been criticized for lacking qualitative performance and sustainability. The public service-oriented dissemination has resulted in insufficiency in citizen's sympathy, and it has also been pointed out that information sharing and coordination among ministries is lacking. In particular, the absence of indicators that measure the performance of Smart City's demonstration service has caused difficulty in verifying the duplicate investment and effectiveness of the services. Thus, this study was carried out to investigate the performance evaluation of smart city demonstration service. The evaluation items and indicators were derived from the related literature studies and the importance of the evaluation index was considered by conducting the AHP of the smart city experts. We also applied smart city demonstration service to verify performance indicators. Recently, the Smart City Special Committee under the PCFIR(Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution) has been formed and actively promoted the smart city business. We expect this study to provide a systematic basis for measuring performance of the smart city business, which is being actively pursued recently.

* First Author : Yonsei Graduate School Technology Policy, mslee@nipa.kr, 정회원

° Corresponding Author : Yonsei University Department of Industrial Engineering, leem@yonsei.ac.kr, 정회원

논문번호 : KICS201906-117-0-SE, Received June 14, 2019; Revised August 16, 2019; Accepted August 25, 2019

I. 서론

스마트시티가 최근 중요한 화두로 떠오르고 있다. 2014년 유엔에서 발표한 ‘세계 도시화 전망 보고서^[1]에 따르면 1950년에 약 30%였던 도시화 비중이 2050년에는 약 66%까지 증가할 것으로 예상하고 있다. 전 세계적으로 도시화에 따른 교통, 에너지, 환경오염 및 실업난이 심화되면서 이에 대한 해결책으로 스마트시티가 더욱 부각되고 있다.

스마트시티는 도시라는 물리적인 공간에 ICT 최신 기술을 융합하여 도시가 직면하고 있는 다양한 문제를 해소함으로써 시민들에게 안전하고 편리한 삶을 제공하고, 지속 가능한 도시를 구현하는데 목적이 있다. 표 1의 2014년 ITU(국제전기통신연합) 조사결과^[2]에 따르면 스마트시티 개념 정의가 약 116개에 이르며, 중요 키워드를 분석하여 8개로 세분화 하였다. 그 중 ICT, 지능, 정보 등이 포함된 키워드가 26%로 가장 많은 부분을 차지하고 있으며, 이후에도 IoT, 빅데이터, AI 등 진화된 지능정보 기술이 도시 서비스에 융합됨으로써 ICT 관련 키워드가 더욱 강조될 것으로 예상된다.

국내에서는 2000년대 중후반부터 국토교통부, 미래창조과학부(현 과학기술정보통신부), 안전행정부(현 행정안전부) 등 중앙 부처를 중심으로 U-City 및 스마트 시티 시범사업을 중점적으로 지원 하였다. 최근에는 스마트시티를 4차 산업혁명의 혁신성장 동력으로 인식하고 전략적으로 지원하고 있다. 4차 산업혁명위원회 산하에 ‘스마트시티 특별위원회’를 구성(‘17.11 월)하고 ‘스마트시티 국가 시범도시 조성’, ‘스마트시티 국가전략프로젝트’ 등의 대형 프로젝트를 추진하고 있다.

그동안 우수한 정보통신기술(ICT)을 중심으로 스마트시티 사업을 선도적으로 추진하였으나 질적인 성과 및 지속성이 미비하다는 지적을 받아온 것이 사실이다. 신도시 건설과 함께 공공서비스 위주의 보급으로 시민 체감이 부족하다는 지적도 있었고, 각 부처에서 개별적으로 관련 사업을 추진함에 따라 각 사업간 정보 공유 및 연계가 부족하다는 의견도 있었다. 특히 스마트시티의 핵심 요소인 서비스에 대한 평가기준이나 성과측정 지표 등의 부재로 인해 투자대비 효과성 검증이나 중복 투자의 비효율이 발생하는 것이 사실이다. 특히 스마트시티 실증사업 평가 시 사업수행 결과물과 향후 성과활용 등을 중심으로 최종평가를 진행하고 있으나 각 평가 항목 간 중요도 등을 고려하지 않고 거의 일률적으로 배점을 부여하여 평가를 수행하고 있어 평가결과에 대한 신뢰도도 문제점으로 지적되고 있다.

본 연구의 목적은 실증사업을 통해 개발되는 스마트시티 서비스의 성과평가 모형을 개발하는데 있다. 연구를 수행하기 위하여 문헌 및 인터넷 조사, 유관사업 벤치마킹, 스마트시티 전문가의 계층적 분석방법 (Analytic Hierarchy Process: AHP, 이하 AHP) 등의 연구방법을 사용하고자 한다. 먼저 관련문헌 연구를 통하여 스마트시티 서비스를 평가하기 위한 평가항목을 발굴하고 Harbour의 SMART 모델을 적용하여 각 평가항목을 측정할 수 있는 평가지표를 도출할 것이다. 그리고 스마트시티 전문가를 대상으로 AHP를 수행하여 평가지표별 중요도를 파악하여 평가지표의 완성도를 높일 것이다. 마지막으로 실증사업을 통해 적용된 스마트시티 서비스를 대상으로 평가항목 및 지표를 적용함으로써 평가항목 및 평가지표를 검증하고자 한다.

표 1. 스마트시티 개념 세분화
Table 1. Smart City Keyword Grouping.

Category	%
• Quality of life and lifestyle	6%
• Infrastructure and Services	17%
• ICT, Communication, Intelligence, Information	26%
• People, Citizens, Society	12%
• Environment and Sustainability	17%
• Governance, Management and administration	10%
• Economy and Finance	8%
• Mobility	4%

II. 본론

2.1 스마트시티 추진현황

국내 스마트시티는 정부의 정책 추진방향과 적용되는 ICT 기술에 따라 크게 다음과 같이 3단계로 구분이 가능하다. 먼저 신도시 건설 등의 수요를 기반으로 유비쿼터스 기술을 도시에 적용하여 도시 인프라를 구축함으로써 U-City사업이 태동하기 시작한 도입기와 사물인터넷, 빅데이터, 무선인터넷 기술 등의 최신 ICT 기술의 진화에 따라 스마트시티가 개념이 시작되고 관련법 정비를 통해 기존 U-City에서 스마트시티가 본격적으로 착수되기 시작하는 전환기, 그리고 범정부 차원의 스마트시티 추진체계가 갖춰지고 인공지

능, 자율형 자동차, 5G 등의 지능정보기술이 대규모 R&D 및 실증사업을 통해 도시에 본격적으로 적용되는 확산기로 분류할 수 있다.

2.1.1 도입기(2005~2014)

신도시 건설의 수요가 생기면서 건설과 ICT기술을 융합한 특히 유비쿼터스 기술인 RFID/USN, M2M 등의 관련기술이 도시 서비스에 적극 도입되었다. 신도시 개발에 따른 정보통신망(자가망) 및 통합운영센터 등의 도시 인프라가 구축되었고, CCTV를 활용한 교통, 안전, 환경모니터링, 에너지 관리 등이 시민 체감형 서비스를 시도하였으나 시민서비스 활용 저하, 운영비 부담 등으로 한계가 있었다. 2008년 세계 최초로 ‘유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률’이 제정되었으며 전국 70여개 신도시 대상으로 U-City, U-Town 건설이 추진되었다. 2010년 이후에는 대규모 민간 투자보다는 국토교통부와, 행정안전부의 중앙부처 지원으로 수도권과 대도시, 중·소도시를 대상으로 U-서비스 시범사업을 지원하였다.

2.1.2 전환기(2014~2016)

사물인터넷(IoT), 빅데이터, 무선인터넷 등의 지능정보기술의 등장으로 국내외적으로 스마트시티 관심도가 크게 증가하였으며, 글로벌 트렌드에 따라 중앙부처별 특화된 스마트시티 실증사업이 본격적으로 추진되었다. 국토부는 기존 U-City 지역을 토대로 스마트시티 개념을 강화하여 세종, 동탄, 판교 평택 고덕에 특화형 실증단지 조성을 추진하였다. 미래창조과학부는 IoT 기술을 기반으로 부산(교통, 안전), 대구(헬스케어), 고양(환경)을 대상으로 스마트시티 개방형 플랫폼 구축 및 서비스 실증사업을 ‘15년부터 추진하였다. 행정자치부는 지자체(시군구)를 대상으로 CCTV통합관제센터를 보급하고 이를 통해 방법, 교통·주차단속, 쓰레기 무단투기 단속, 학교주변 어린이 보호 등 각종 범죄예방과 치안유지, 생활안전 업무 등을 통합 서비스 하였다. 산업통상자원부는 에너지 신산업 육성을 위한 스마트 그리드 사업에 집중하였으며, 지능형 전력망 기본계획을 수립하고 16년부터 전국 13개 지역을 대상으로 보급, 확산 사업을 본격적으로 추진하였다. 환경부도 ‘14년에 에너지타운 종합계획을 수립하고 ‘16년까지 19개의 지역에 친환경 에너지 타운 시범사업을 추진하였다.

2.1.3 확산기(2017~현재)

정부는 스마트시티를 4차 산업혁명의 혁신성장 동

력으로 인식하고 중점 지원하고 있다. 4차 산업혁명위원회 산하에 ‘스마트시티 특별위원회’를 구성하여 범부처 민관 협력 체계를 구축하였다. 부산, 세종시를 국가 시범도시로 선정하고 미래 선도 기술을 백지상태에서 자유롭게 실증 할 수 있는 혁신 생태계를 조성하고 있다. 국가전략 R&D 사업의 일환으로 스마트시티 국가전략프로젝트를 통해 데이터 기반의 서비스 중심형 스마트시티 모델 및 기반기술 개발을 추진하고 있다. 또한 미래 선도 기술의 혁신과 실험을 지원하기 위하여 규제 샌드박스를 도입하는 등 스마트시티를 신산업으로 육성하기 위한 정책을 적극 추진하고 있다.

2.2 스마트시티 평가관련 선행연구

스마트시티 평가는 초기 U-City 관련 연구에서 중점적으로 추진되었으며, 스마트시티에 대한 평가는 관련법에 근거하여 국책연구기관에서 주로 수행하였다.

김병권 외¹⁾는 U-City 사업평가체계를 개발하기 위하여 평가관점 및 영역을 설정하고, 해당 영역별 평가요인 도출 및 탐색적 요인분석을 통해 평가요인들을 구조화하여 최종 평가체계를 제시하였다. 평가관점으로 기술, 서비스, 도시운영으로 구분하고, 각 평가관점별 평가요인을 분석하여 12가지 평가요인을 제시하고 있다. 연구의 한계점으로는 구체적인 평가항목 제시와 가중치 설정에 대한 단순화 등에 대한 기준이 명확하지 않음을 기술하고 있다. 정정석 외⁴⁾는 U-City 서비스 모델 개발을 위한 서비스 포지셔닝 평가와 U-City 서비스 개발 전략 수립을 위한 SRM(Service Road Map) 템플릿을 연구하였다. 선행연구, 전문가 설문 등을 거쳐 ‘개발 의의성’과 ‘도시 적용성’의 두 부분에 7가지 세부 평가지표를 도출하고 228개의 단위서비스를 9개 서비스 영역으로 군집화하여 서비스 개발 우선순위와 포트폴리오 구성에 대한 평가를 실시하였다. 박동원⁵⁾은 U-City 운영성적을 평가할 수 있는 성과지표체계를 개발하고 검증하였다. U-City 서비스, 인프라, 기술, 관리의 4개 성과측정영역을 도출하고 AHP 분석을 이용하여 평가영역 및 핵심성공 요소간 전략적 우선순위를 도출하였다. 그러나 관리영역을 제외한 나머지 성과평가영역에 대한 평가지표 검증을 완료하지 못하여 향후 추가 연구의 필요성을 제기하고 있다. 이재용 외⁶⁾는 국내외 스마트시티 인증 사례 및 지표를 검토하여 스마트시티 지표를 도출하는 연구를 수행하였다. 국내·외 진단모형 16가지를 분석하여 233여개 세부지표 후보군을 선별하고, 전문가 자문 등을 통해 측정가능성, 구득 가능성, 적절성, 지역 특성, 지

표 타당성 등을 고려하여 최종 지표를 선정하였다. 또한 지자체를 대상으로 수요조사를 실시하여 지표의 적합성 및 신뢰성을 시범적으로 검증하고 있다.

기존의 스마트시티 평가관련 연구는 대부분 U-City 서비스 품질 향상이나 운영성과 등을 측정하기 위한 연구와 정부 정책의 일환으로 최근 수행하고 있는 스마트시티 수준을 도시별로 평가하기 위한 연구가 중점적으로 추진되었다. 그러나 실제 정부에서 다양하게 추진하고 있는 스마트시티 실증사업의 서비스를 중심으로 성과 측정을 위해 기술개발 투입 및 과정요소, 그리고 서비스 구축 결과인 산출 및 성과 요소를 측정하기 위한 체계적인 연구는 거의 전무한 상황이다. 또한 과제 평가를 위한 평가지표의 경우에도 지표 간 중요도를 고려하여 평가계획을 수립하고 평가를 진행할 필요가 있다. 본 연구에서는 기존 연구와 차별화하여 현재 다양하게 추진되고 있는 서비스 실증사업을 평가할 수 있는 성과평가 항목과 중요도를 고려한 평가지표를 개발하고 이를 스마트시티 서비스에 적용하여 검증하고자 한다.

2.3 서비스 평가체계 개발

2.3.1 연구방법

본 연구의 주요 연구방법으로는 문헌 및 인터넷 조사, 스마트시티 전문가의 AHP 측정, 실증사업 결과보고서 분석 등을 수행하였다. 문헌 조사를 통해 스마트시티 평가항목을 검토하였고 스마트시티 유관사업 성과분석 보고서 및 인터넷 조사를 통해 서비스 평가 Pool을 도출하였다. 스마트시티를 담당했던 전문 인력을 통해 평가지표를 심층적으로 검토하여 평가지표를 완성하고, 스마트시티 전문가로부터 AHP 조사를 수행하여 평가지표의 중요도를 도출하였다. 마지막으로 실증사업을 추진한 서비스 결과보고서 및 성과자료를 분석하여 평가지표를 검증하였다.

2.3.2 평가항목 도출

스마트시티 실증서비스 평가를 위해서는 먼저 서비스를 구성하는 구성항목을 살펴 볼 필요가 있다. 서비스 구성항목을 도출하기 위하여 관련법상에 정의되어 있는 스마트시티 정의를 살펴보았다. 스마트도시법에 따르면 스마트도시란 ‘도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속가능한 도시를 의미’한다(스마트도시법 제2조 제1호). 관련법에 따르면 스마트시티의 목적은

시민 삶의 질을 향상시키고, 도시 경쟁력을 높여 지속 가능한 도시를 구현하는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 도시의 물리적 기반시설에 정보통신기술을 융·복합하여 도시 서비스를 제공하는 개념이다.

다음은 도시 서비스를 세부적으로 살펴보기 위하여 스마트시티 서비스 분류체계 및 구성요소와 관련 문헌을 분석하였다. 황규희⁷⁾는 U-City 서비스에 대해 구현기능(기반, 특화), 구현주최(공공, 민간), 구현목적(생활, 업무)에 따라 6가지로 서비스를 분류하였다. 안상준⁸⁾은 서비스 분류기준을 목적 및 기능(기본, 특화), 생산주체(공공, 민간), 기술구현 용이성(단기, 중기, 장기), 시민체감(체감도 고, 저) 정도 등에 따라 분류기준을 제시하였다. 이연호⁹⁾는 U-City 품질평가 모델 연구를 통해 공간, 대상자, 공급자, 기능, 절차 등의 11개 평가기준 및 평가 요소를 제시하고 있다. 관련법 정의와 관련 문헌 분석을 통해 서비스 분류체계와 정의를 종합하면 서비스 인프라와 서비스 목적 그리고 공급과 수요의 역할을 수행하는 서비스 주체(민간, 공공, 지자체) 그리고 서비스 개발을 위한 기능과 절차로 세분화가 가능하며 이러한 서비스 구성항목을 그림으로 도식화하면 그림 1과 같다.

서비스 개발 및 실증 관점에서 보면 기술 및 지능형 도시 기반시설 등의 인프라는 서비스의 투입(Input) 요소가 되고, 도시 서비스 절차와 기능은 과정(Process) 요소, 서비스 주체를 통해 개발 서비스의 산출(Output) 확인이 가능하고, 서비스 개발 목적 달성 여부를 판단하여 서비스 결과(Outcome)를 최종 판단할 수 있다. 특히 문종국¹⁰⁾은 서비스 공급 우선순위 연구에서 스마트시티는 기본적으로 정보의 측정, 전달, 처리 기능을 바탕으로 하며, 정보를 측정하거나

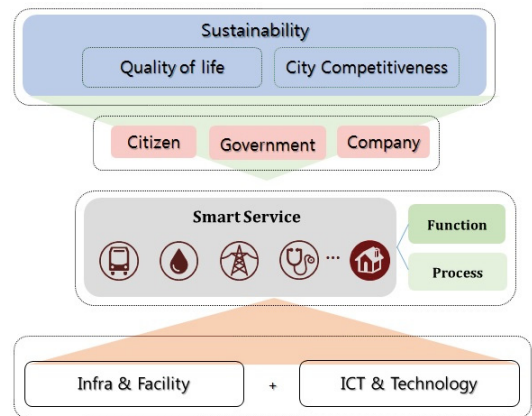


그림 1. 서비스 구성항목 도식화
Fig. 1. Smart City Service Components

보고하기 위한 지능화시설, 측정된 정보를 전달하기 위한 정보통신망, 정보를 분석, 가공, 관리하기 위한 데이터 통합관리시설로 구성된다고 설명하고 있어 이를 투입 요소인 서비스인프라 부분에 반영하여 평가 항목을 도출하면 표 2와 같다.

표 2. 서비스 평가항목
Table 2. Service Evaluation Factors.

Classification	Factor	
Input	Intelligent Facilities & ICT	Sensing
		Network
		Platform
Process	Development Process	
	Functions	
Output	Provider	Company
	User	Citizen
		Local Government
Outcome	Quality of life	
	City Competitiveness	

2.3.3 평가지표 확정

(1) 평가지표 Pool 구성

스마트시티 서비스 평가지표를 발굴하기 위해 정부 추진 사업 중 기술개발(R&D)과 실증이 함께 포함된 3개의 유사 사업을 벤치마킹하여 비교 분석을 진행하였다. 그리고 국가연구개발사업 표준성과지표를 참조하여 평가지표 Pool을 구성하였다.

먼저 '사물인터넷 육성선도사업'은 사물인터넷 유망 서비스 및 제품을 발굴하고 시장 적용을 위해 실증을 통해 사업화를 지원하는 사업이다. 동 사업은 사물인터넷 응용 서비스에 대한 기술 및 사업성 검증을 통해 서비스를 확산하는 '서비스 검증·확산 사업'과 IoT 기업의 제품 및 기기를 제작하고 현장 테스트를 지원하는 '융합제품 상용화 사업'으로 구성되어 있다. 두 번째 '지역SW융합 사업'은 'SW융합기술고도화 사업'과 '지역 SW융합제품 상용화 지원사업'으로 구성되어 있는데 서비스 실증사업과 유사한 'SW융합제품 상용화 지원사업'의 성과지표를 분석하였다. 동 사업은 SW산업 성장가능성이 높은 19개 지역을 대상으로 지역 특화전략산업에 SW융합기술을 접목한 SW융합 프로젝트를 추진하여 SW융합 제품 상용화 및 국산화를 지원하고자 추진하는 사업이다. 세 번째 'ICT R&D 기반조성사업'은 기술확산지원, 차세대 네트워크 기반구축, 정책연구 등의 14개 세부사업으로 구성되

어 있으며 '17년 기준 총 160개의 과제를 추진하였다. 14개 세부사업 중 서비스 실증사업과 가장 유사성이 있는 기술확산지원과 기반구축 사업을 중심으로 성과지표를 분석하였다.

마지막으로 2013년 12월 과학기술정보통신부는 성과목표 및 지표 설정을 위한 가이드라인 제시를 위해 국가연구개발사업 표준성과지표를 발표하였다. 산출 지표와 결과지표를 중심으로 성과의 질을 측정할 수 있는 104개의 질적 성과지표를 제시하고 있다. 또한 성과 유형을 5개(과학적, 기술적, 경제적, 사회적, 인프라이적 성과)로 분류하고 있으며, 5개 성과분야에서 사업성과를 대표할 수 있는 유·무형의 산출물을 정리하고 우수성을 측정할 수 있는 성과지표를 제시하고 있다. 국가연구개발사업 표준성과 지표중에서 스마트 시티 서비스 실증사업과 연관 있는 기술적, 경제적, 사회적 주요 성과들을 분석하였다. 3개의 유사 사업군

표 3. 서비스 평가지표 Pool
Table 3. Service Evaluation Indicators Pool.

No	Indicator	No	Indicator
1	Eco Lab Certification	16	Period of Commercialization Result
2	SW Oriented Society portal site Visitors	17	Cost Saving
3	International cooperation and exchanges	18	Employment Effect
4	SW Process Quality Level	19	Patent application and registration
5	IP(Intellectual Property Right)	20	Performance Test Achievement
6	IT Expert Training	21	Standardization Support
7	Test Environment Construction	22	Business Models
8	Effects on sales inducement (Sales, Contract etc)	23	Service Satisfaction
9	Effects on Quality Improvement	24	Product Launch
10	Development Schedule shortening	25	Certification
11	Community Issue Solving	26	Award
12	Commercialization (Investment attraction & MOU, etc)	27	Import Substitution
13	Technology Transfer	28	Policy Support
14	Service Verification and Test	29	Promotion & Event
15	Service Monitoring & Maturity	30	Royalty

11	Community Issue Solving	●	●	●	●	●	●
12	Commercialization(Investment attraction & MOU, etc)	●	●	●	●	●	●
13	Technology Transfer	◐	◐	◐	◑	◐	◑
14	Service Verification and Test	●	●	●	●	●	●
15	Service Monitoring&Maturity	●	●	●	●	●	●
16	Period of Commercialization Result	◑	◑	◑	◑	◑	◑
17	Cost Saving	◐	◐	◐	◑	◐	◐
18	Employment Effect	●	●	●	●	●	●
19	Patent application and registration	●	●	●	●	●	●
20	Performance Test Achievement	●	●	●	●	●	●
21	Standardization Support	◐	◐	◐	◐	◐	◐
22	Business Models	◐	◐	◐	◑	◑	◐
23	Service Satisfaction	●	●	●	●	●	●
24	Product Launch	◑	◐	◑	◑	◑	◑
25	Certification	◑	◑	◑	◑	◑	◑
26	Award	●	●	●	●	●	●
27	Import Substitution	◐	◐	◐	◐	◑	◐
28	Policy Support	◐	◐	◐	◐	◐	◐
29	Promotion & Event	●	●	●	●	●	●
30	Royalty	◐	◐	◑	◑	◑	◑
31	Citizen Participation	●	●	●	●	●	●
32	Data Sharing	●	●	●	●	●	●

표 5. 서비스 평가지표 정의
Table 5. Service Evaluation Indicators Definition.

Factor		Indicator & Contents
Intelligent Facilities & ICT		(Sensing) Performance Test Achievement
		(Network) Performance Test Achievement
		(Platform) Performance Test Achievement
		Patent application and registration
Development Process		Citizen participation in service development
		Public relations and cooperation activities
Functions		Prototype production and installation
		Service Monitoring System
Provider	Company	Commercialization results (Investment attraction, MOU, etc)
		Domestic and Overseas Awards
User	Citizen	Citizen satisfaction
	Local Government	Local government satisfaction
Quality of life		Data sharing and utilization
		Solving urban problems
City Competitiveness		Job creation by Service
		Sales inducement (Sales and Contracts, etc)

다. 마지막은 서비스 구축 성과를 측정하는 지표로 데이터 공개 및 활용 체계 구축 여부, 서비스를 통한 도시문제 해결, 고용창출 및 매출 등의 서비스 유발 효과를 검증 할 수 있는 지표로 구성 하였다.

III. 실 증

3.1 가중치 조사(AHP)

본 단계에서는 성과항목 및 성과지표의 중요도를 고려하기 위하여 가중치를 도출 하였다. 가중치 산정을 위해 평가 영역/지표간의 전략적 실행우선순위 결정을 도울 수 있는 AHP 방법을 사용하였다. 그림 3의 계층 모형을 살펴보면 스마트시티 실증서비스 평가모형을 개발하고자 함으로 실증서비스 평가가 AHP의 목적이 되고, 그 하위 단계에 서비스의 투입, 개발, 산출, 성과의 4가지 평가영역으로 구분하였으며, 마지막 단계에서는 각 평가영역의 '핵심성공요소'인 평가지표로 구성되었음을 확인할 수 있다.

가중치 분석을 위하여 스마트시티 및 실증사업 관련 업무 경험이 있는 산업계, 연구기관, 공공기관 전문가 22명을 대상으로 AHP 설문을 수행하였다. 분석

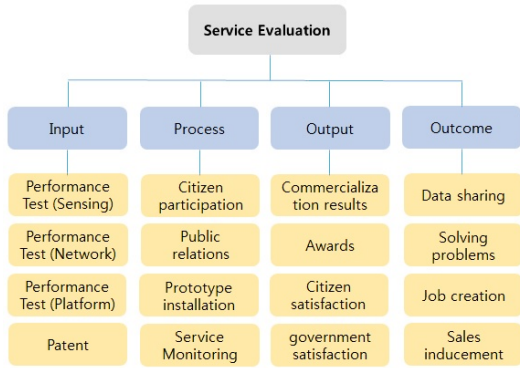


그림 3. 서비스평가 계층 모형
Fig. 3. Service Evaluation Hierarchical Model

자료의 신뢰도를 판단하기 위하여 일관성 비율(CR: Consistency Ratio)을 산출하게 되는데 0.2 이상이 되어 허용이 불가능한 1건을 제외한 21건의 설문결과를 최종 분석하였다.

4개 영역의 가중치를 분석한 결과 서비스 성과 (Outcome)영역이 0.342로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 서비스 결과(Output)가 0.263 이었다. 두 영역 중요도 비율이 약 60.5%로 스마트시티 실증 서비스를 평가하는데 있어서 서비스 성과와 결과 영역이 중요하며, 상대적으로 높게 반영되어야 함을 시사하고 있다.

표 6의 서비스 평가영역 및 지표별 세부내용을 살펴보면 먼저 서비스 투입 분야 4개 평가지표 가중치 분석결과 센싱, 네트워크, 플랫폼의 ‘성능목표 달성도’가 거의 유사한 중요도를 나타내고 있으나, 상대적으로 플랫폼이 더 중요하다고 인식하고 있었다. 서비스 개발에서는 ‘시민참여’가 0.315로 가장 높게 나타나 서비스 개발 시 시민 참여 및 의견수렴의 중요성을 알 수 있었다. 또한 서비스 결과에서도 ‘시민 만족도’가 0.431로 가장 높아 시민 체감 중심의 서비스 개발이 중요함을 확인 할 수 있었다. 서비스 성과에서는 ‘도시문제 해결’이 0.354로 가장 높게 나타났으며, 이는 서비스 개발을 통해 시민들이 직접적으로 도시 문제를 해결할 수 있는 성과 도출을 가장 희망하는 것으로 해석이 가능하다.

3.2 적용

과학기술정보통신부는 2015년부터 부산시에 개방형 스마트시티 플랫폼을 구축하고 사물인터넷(IoT) 기반의 서비스 모델 실증을 지원하였으며, 2016년에는 고양시로 확대 적용하였다. 도시 유망서비스 실증 사업 중 가장 대표적인 성공사례로 알려져 있는 ‘스마

표 6. 서비스 평가항목 및 지표 가중치
Table 6. Service Evaluation Factors & Indicators Weights.

Factor	Weight	Indicator	Weight
Input	0.181	Performance Test (Sensing)	0.271
		Performance Test (Network)	0.282
		Performance Test (Platform)	0.329
		Patent	0.118
Process	0.215	Citizen Participation	0.315
		Public Relations	0.178
		Prototype Production & Installation	0.218
		Service Monitoring System	0.290
Output	0.263	Commercialization Results	0.222
		Awards	0.130
		Citizen Satisfaction	0.431
		Government Satisfaction	0.217
Outcome	0.342	Data Sharing & Utilization	0.205
		Solving of Urban Problems	0.354
		Job Creation	0.219
		Sales Inducement	0.221

트 수거관리 서비스’를 통해 서비스 평가항목별 주요 성과를 검증하고자 한다.

3.2.1 서비스 주요내용

그림 4의 ‘스마트 수거관리 서비스’는 IoT 디바이스로 쓰레기 수거 관련 정보를 수집하고, 해당 데이터를 플랫폼 서비스를 통해 제공함으로써 관리자가 쓰레기 수거를 모니터링하고 이후 축적된 데이터를 바탕으로 정책적 의사 결정을 지원하는 서비스를 의미한다. 적재량 감지 센서를 통해 쓰레기통의 적재량 정보를 파악하고 태양광 압축쓰레기통을 통해 범람을 방지한다. 수거차량에 부착한 트래커(Tracker)를 통해 수거 차량의 경로를 추적하고, 쓰레기 수거 측면의 데이터를 활용하여 수거 현황에 대한 정확한 데이터를 확보할 수 있다. 2년간(16~17년) 고양시에 서비스 개발 및 실증을 적용하였다.

3.2.2 성과측정

‘스마트 수거관리 서비스’의 성과를 분석하기 위하



그림 4. 스마트 수거관리 서비스 개념도
Fig. 4. Smart Waste Management Service Concept

여 사업종료 후 제출한 최종보고서와 성과보고회 발표자료 등을 참고하였다. 주요 성과를 요약하면 사업 계획서에 제시한 센서, 네트워크, 플랫폼 연동의 성능 목표, 시제품 개발 및 설치 완료 등의 서비스 기능적인 부분과 실증을 모두 성공적으로 완료하였다. 특히 워싱턴 DC 실증을 통해 서비스 도입 이후 쓰레기 수거 빈도가 약 56% 감소하는 효과가 도출되었음을 2017년 미국 GCTC(Global City Team Challenge)를 통해 발표하기도 하였다. 이를 기반으로 미국의 워싱턴 DC, Chula Vista 지역에 적재량 감지 센서 100개를 적용하는 시범사업 추진 합의각서(MOA)를 체결하였으며, 기술력을 인정받아 ‘18년 1월 160억원 규모의 미국 볼티모어시 스마트시티 프로젝트를 수주하였다. 서비스에 대한 시민 만족도에서는 5점 만점에 4.3점(타 서비스 평균 4.24)을, 지자체 만족도의 경우

표 7. 서비스 성과측정 결과
Table 7. Service Performance Measurement Results

Factor	Results	Score				Weight	Total
		A	B	C	AVG		
Performance Test (Sensing)	Sensing and monitoring the garbage loads and transfer rates of the data(100%)	5	5	5	5	0.049	4.9
Performance Test (Network)	Transmitting short-range communication between sensors(100%), Movable Sensor Telecommunications(100%)	5	5	4	4.67	0.051	4.7634
Performance Test (Platform)	Platform interworking, Notification system development(100%), Interworking between platforms(100%). The transfer rate of the loads data from garbage can and the notification system(100%).	5	5	5	5	0.060	6
Patent	6 Patents (One domestic and fives foreign)	5	5	5	5	0.021	2.1
Citizen participation	Citizen participation & feedback(61 People), Field test(35 People)	4	4	4	4	0.068	5.44
Public relations	White paper Presentation at the GCTC(Great City Team Challenge), Participate in overseas smart city related events(6), WeGO Award(1)	5	5	5	5	0.038	3.8
Prototype production & installation	Solar-powered trash compacter(36), Garbage loading Sensor installation(250), Vehicle Tracker(120)	5	4	5	4.67	0.047	4.3898
Service Monitoring System	Service monitoring solution development(Waste data analytics etc)	5	5	5	5	0.062	6.2
Commercialization results	Two MOAs(Washington DC and Chula Vista)	5	5	5	5	0.058	5.8
Awards	Received 2 awards(Korea Environment Award, from the MOIS)	5	5	5	5	0.034	3.4
Citizen satisfaction	Service satisfaction score(4.3), *Average of other services : 4.24	4	4	4	4	0.113	9.04
government satisfaction	Service satisfaction score(3.7), *Average of other services : 3.43	4	4	5	4.33	0.057	4.9362
Data sharing & utilization	Developed the dashboard solution to deliver the data & information collected from garbage cans and trucks	3	4	4	3.67	0.070	5.138
Urban problems solving	Reduction of garbage collection management by 56%	4	4	5	4.33	0.121	10.4786
Job creation	4 (new recruit)	4	4	4	4	0.075	6
Sales inducement	Sales volume induced by the services (8.7 billion: 3.27('16), 5.43'17)	5	5	5	5	0.076	7.6
Total							89.986

에도 3.7점(타 서비스 평균 3.43)을 기록하여 타 실증 서비스에 비해 상대적으로 높은 만족도 결과가 조사되었다.

각 평가지표별 성과를 요약하고 스마트시티를 담당 하였던 3인의 전문가를 통해 각 항목별로 평가를 진행하여 표 7의 성과가 측정되었으며, 가중치를 적용한 결과 89.9점의 최종 평가결과가 도출되었다. 일반적으로 정부사업 평가시 90점 이상의 경우 매우 우수한 사업으로 그 성과를 인정받게 된다. 그러나 평가지표 중 가중치가 높은 시민 만족도와 데이터 활용 그리고 고용창출의 경우 다른 지표에 비해 상대적으로 낮은 평가를 받아 향후 스마트시티 실증사업 추진시 사업의 높은 성과를 인정받기 위해서는 시민 참여와 시민 만족도, 데이터의 활용 등의 활동에서 성과 창출이 중요함을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

도시화 및 도시인구의 폭발적 증가로 발생하는 국가 및 지역의 문제를 해결하고자 지능정보기술을 활용한 스마트시티 구축이 최근 중요한 대안으로 등장하고 있다. 해외 주요 리서치 및 컨설팅 기관에 따르면 세계 스마트시티 시장의 폭발적 성장세를 예상하고 있으며, 글로벌 IT기업 역시 시장 선점을 위해 치열하게 경쟁을 하고 있다. 우리 정부에서도 4차 산업혁명 혁신성장 동력으로 스마트시티를 인식하고 스마트시티 특별위원회를 구성하여 민·관이 협력하는 거버넌스 체계를 구축하고 대규모 사업을 중점적으로 지원하고 있다. 대표적으로 세종, 부산을 스마트시티 국가시범도시로 지정하고 다양한 미래 선도 기술이 도시에 적용되고 테스트 될 수 있도록 실증형 R&D를 집중 지원중이다.

본 연구의 목적은 현재 다양하게 추진되고 있는 스마트시티 실증서비스의 성과평가 모형을 개발하는데 있다. 관련 문헌 조사 등을 통해 스마트시티 서비스를 평가하기 위한 평가항목을 발굴하고 각 평가항목을 측정할 수 있는 평가지표를 도출하였다. 스마트시티 전문가로부터 AHP 분석을 위한 설문 조사를 수행하여 평가지표별 중요도를 산출하였다. 또한 기술개발과 실증을 통해 성공적으로 도시에 적용한 실증서비스를 대상으로 성과평가를 수행함으로써 평가지표를 검증하였다.

실증 서비스 평가모형의 체계적인 연구에도 불구하고 다음과 같은 한계를 갖고 있으며 향후 지속적인 확대 연구가 필요하다. 빠르게 변화하는 스마트시티 주

요 기술과 트렌드를 반영할 수 있는 평가지표의 확장성을 고민할 필요가 있다. 또한 서비스 개발 및 실증을 마치고 실제 서비스 운영까지 성과를 측정할 수 있는 평가항목의 보완 역시 추가되어야 할 것이다.

본 연구를 통해 정부에서 추진하고 있는 다양한 실증서비스의 효과성을 검증할 수 있는 기준 마련을 위한 작은 토대가 이루어졌다고 할 수 있다. 향후 평가 기준의 부재로 다양하게 추진되고 있는 서비스 실증사업의 투자대비 효과성 검증이나 중복 투자의 비효율을 사전에 예방할 수 있는 전문적인 연구로 확대 발전하기를 기대해 본다.

References

- [1] UN Department of Economic and Social Affairs, "World Urbanization Prospects The 2014 Revision," 7p, 2015.
- [2] ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities, "Smart sustainable cities: An analysis of definitions," 9p, Oct. 2014.
- [3] B. G. Kim, J. H. Kim, and C. S. Leem, "Development and application of an evaluation model for ubiquitous city project," *The J. Soc. for e-Business Stud.*, vol. 17, no. 2, pp. 87-104, May 2012.
- [4] K. S. Jeong, T. H. Moon, and S. Y. Heo, "A study on u-service pool evaluation and SRM template for development of U-City SRM," *J. Korea Planning Assoc.*, vol. 45, no. 2, pp. 289-303, Apr. 2010.
- [5] D. W. Park, "A study on the development of evaluation indicators for ubiquitous city operation," Master's thesis, Yonsei University, Jan. 2011.
- [6] S. H. Han, Y. S. Shin, and J. Y. Lee, "A study on the korea smart city certification index and demonstration authentication," *J. Korea Acad.-Ind. Cooperation Soc.*, vol. 19, no. 1 pp. 688-698, 2018.
- [7] K. H. Hwang, "A study on status and taxonomy of u-city service model," Master's thesis, Yonsei University, Jan. 2007.
- [8] S. J. An, "A study on the classification criteria of u-city based on the characteristics of u-city service," Master's thesis, University of Seoul,

Aug. 2010.

- [9] Y. H. Lee, "A quality evaluation model of u-city service for improving the standards in an u-city," Ph.D. dissertation, Soongsil University, Dec. 2010.
- [10] J. K. Moon, "A study on priority of smart services supply in smart city resident satisfaction and preference," M.s. Thesis, Mokwon University, Dec. 2016.
- [11] Jerry L. Harbour, *The Basics of Performance Measurement*, CRC Press, 2009

임 춘 성 (Choon-seong Leem)



1985년 2월 : 서울대학교 산업
공학(학사)
1987년 2월 : 서울대학교 산업
공학(석사)
1992년 2월 : Univ. of California
at Berkely (박사)
1993~1995 : 미국 Rutgers Uni-
versity 산업공학과 조교수

현재 : 연세대학교 산업공학과 교수

<관심분야> 비즈니스 모델(BM) 개발, 신기술 융합
서비스 모델 개발, 산업경쟁력 평가개발

[ORCID:0000-0002-0548-1259]

이 면 성 (Myun-sung Lee)



1997년 2월 : 중앙대학교 산업
정보학과(학사)
1999년 2월 : 중앙대학교 경영
학 석사
2011년 3월~현재 : 연세대학교
기술정책협동과정 박사과정
2000~2009 : 전자거래진흥원

현재 : 정보통신산업진흥원 수석

<관심분야> 스마트시티 및 서비스 평가, 글로벌 IT
인력양성, ICT 융합 및 디지털 혁신

[ORCID:0000-0001-5733-9791]