Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 21, No. 11 pp. 519-531, 2020

https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.11.519
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

시민참여형 스마트시티 에너지 서비스 모듈 개발 기획에 관한 연구

심홍석[1,2], 이성주[2], 박경민[3], 서윤규[1*], 정현채[1]
[1]한국에너지공단 건물에너지실, [2]아주대학교 산업공학과, [3]아주대학교 인공지능학과

A Study of the Planning for Development of Smart City Energy Service Module with Citizen Participation

Hong-Souk Shim[1,2], Sung-Joo Lee[2], Kyeong-Min Park[3],
Youn-Kyu Seo[1*], Hyun-Chae Jung[1]
[1]Building Energy Management Division, Korea Energy Agency,
[2]Department of Industrial Engineering, Ajou University,
[3]Department of Artificial Intelligence, Ajou University

요 약 전 세계적으로 인구 및 도시화율 증가에 따라 온실가스 배출량이 증가하면서 지구온난화가 가속화 되고 있다. 이에 대한 대안으로 스마트시티 건설이 본격적으로 추진되고 있는 상황이다. 본 논문은 한국의 스마트시티 시범도시로 선정된 세종 5-1 생활권을 대상으로 시민들이 활용할 수 있는 에너지 서비스 모듈을 기획하는 방안을 제시하는 것이 목적이다. 본 연구를 위해 정부가 발표한 스마트시티 계획들을 바탕으로 스마트시티 연구개발 참여 전문가들의 의견수렴을 통해 12가지 에너지 서비스에 대한 설문조사 문항을 구성하였다. 설문조사는 세종시민 1,000명을 대상으로 진행하였으며, 응답한 데이터를 바탕으로 세종시민이 생각하는 에너지 서비스의 필요성 정도를 파악하였다. 12개 에너지 서비스 항목들을 축소하여 설명하고 각 항목들의 상관성과 연관성을 분석하고자 주성분분석과 연관규칙탐사를 실시하였다. 마지막으로, 분석된 결과를 활용하여 12개 에너지 서비스들을 효율적인 플랫폼 형태로 구현될 수 있도록 '경제 창출', '에너지거래', '에너지효율' 형태의 3가지 모듈을 제시하였다. 아직 백지상태인 세종 5-1 생활권의 스마트시티 구현을 에너지 분야 플랫폼 서비스를 추진하고자 하는 수많은 연구소들과 기업들이 에너지 서비스 항목을 구상하고자 할 때 쉽게 접근이 가능하도록 기여할 수 있을 것이다.

Abstract Global warming is accelerating as greenhouse gas emissions increase owing to the increase in population and urbanization rates worldwide. As an alternative to this solution, smart cities are being promoted. The purpose of this paper is to suggest a plan for developing energy service modules for the Sejong 5-1 living area, which has been selected as a test-bed for smart cities in Korea. Based on the smart city plans announced by the government for this study, a survey questionnaire on 12 energy services was composed by collecting the opinions of experts. The survey was conducted with 1,000 citizens, the degree of necessity of energy service that citizens think of was identified. Principal Component Analysis and Association Rule Mining were conducted to describe 12 energy service items in a reduced manner and analyze the correlation and relationship of each energy service. Finally, three modules were suggested using the analyzed results so that 12 energy services could be implemented in an efficient platform. These results are expected to contribute to the realization of a smart city to make them easily accessible for those who want to promote platform services in the energy field and envision energy service items.

Keywords : Smart City, Energy Service, Principal Component Analysis, Association Rule Mining, Energy Service Module, Greenhouse gas reduction

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다(No.2019271010015D).
*Corresponding Author : Youn-Kyu Seo(Korea Energy Agency)
email: younkyu.seo@energy.or.kr
Received September 22, 2020 Revised October 21, 2020
Accepted November 6, 2020 Published November 30, 2020

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

UN에 따르면 세계 인구는 2019년 77억명에서 2050년에는 26%증가하여 97억명에 달할 전망이며[1], 전세계 도시화율은 2018년 55%에서 2050년 68%까지 증가할 전망이다. 특히, 2019년 대한민국의 도시화율은 세계평균을 훨씬 상회하는 약 82%이다[2]. 증가하는 인구와 도시화율에 따라 지구온난화도 가속화될 전망이다. 전 세계 온실가스 배출전망은 2020년 59Gt CO_2에서 2050년에는 약 47.5% 증가한 87Gt CO_2를 배출할 전망이다[3]. 특히, 도시 에너지사용량은 전 세계 에너지사용량의 67~76% 정도를 차지하고 있으며, 온실가스 배출량의 약 3/4를 차지하고 있다[4]. 전 세계적인 인구증가와 도시화에 따른 환경오염, 교통 혼잡, 에너지 부족 등 각종 도시 문제가 전 세계적으로 심화되면서 이에 대한 대안으로 4차 산업혁명 기술을 도입해 이에 선제적으로 대응하고자 스마트시티가 대두되고 있다. 특히, 한국에서는 스마트시티 국가시범도시인 세종 5-1 생활권에 새로운 에너지 패러다임을 선도할 수 있는 미래도시 모델을 제시하고자 하는 실행계획을 발표하였다[5]. 성공적인 미래도시 모델을 구축하기 위해서는 도시 내 거주하는 시민의 참여가 필요적이다. 특히 일상생활과 밀접하게 연관된 에너지 사용에 있어서는 시민들의 기대와 요구사항을 반영한 서비스 모델이 개발되어야 실무에서의 적용가능성이 높아진다. 그럼에도 불구하고 미래도시 모델의 설계에 있어 시민의 의견을 체계적으로 분석하는 연구는 제한적이다.

이러한 기존연구의 한계점을 극복하고자 이 논문은 스마트시티 시범도시인 세종 5-1 생활권에 적용할 에너지 서비스의 핵심 구성요소들을 도출하기 위해 세종시 시민들을 대상으로 에너지 서비스 필요성 을 파악하여 시민참여형 스마트시티 에너지 서비스 모듈을 제시하는 것을 목표로 하였다. 이를 위해 세종 5-1 생활권 스마트시티 시행계획과 제3차 스마트시티 종합계획을 바탕으로 스마트시티 에너지 서비스 연구개발에 참여하는 전문가들의 의견수렴을 통해 12개의 에너지 서비스로 구성된 설문조사 내용을 작성하였다. 설문조사는 세종시 시민 1,000명을 대상으로 실시하였으며, 설문조사 결과를 바탕으로 각 에너지 서비스들의 필요성을 파악하였으며, 주성분분석(Principal Component Analysis)과 연관규칙 탐사(Association Rule Mining) 분석을 통해 각 항목간의 상관관계가 있는 항목들을 축소하고 에너지 서비스 문항에 대한 응답의 연관성을 분석하였다. 최종적으로 이 연구의 결과는 세종 5-1 생활권에 구축되는 스마트시티의 에너지 분야 혁신 서비스에 적용될 수 있으며, 나아가서는 여러 스타트업 기업들의 초기 접근 모델로도 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 예비적 고찰

2.1 선행연구 사례

시민참여형 스마트시티 에너지 서비스에 대한 개념 및 연구 경향 파악을 위해 서비스 적용 경향과 시민참여형 리빙랩에 관한 연구사례와 보고서 등을 검토하였다. 김민주 외(2019)는 2008년부터 2018년까지 「스마트도시법」 개정 이전부터 한국에서 추진된 사업들을 조사하였으며, 서비스 유형과 추진주체 등을 분류하여, 연도별 세부 서비스 적용 빈도분석을 수행하고 통계적 유의성을 검증하였다[6]. 박준호 외(2019)는 스마트시티 리빙랩 선도국가로 평가받는 네덜란드, 핀란드, 덴마크 등의 전문기관 담당자를 대상으로 심층 인터뷰를 진행하여 한국의 시민참여형 리빙랩의 활성화를 위해 필요한 지원 및 조직 체계, 법·제도 개선 등의 정책 필요성을 도출하였다[7]. 김병준 외(2019)는 스마트시티 공공서비스의 체감도에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 신도시 지역 4곳과 기성도시 지역 2곳을 선정하여, 1,000부의 설문응답을 통해 연구에 활용할 변수를 구성한 후 다중회귀분석을 통해 기본가정들을 검정하는 연구를 진행하여, 지역의 특성을 적극적으로 반영하여 주민들이 실질적으로 선호하는 방식으로 서비스를 제공하는 것이 바람직하다는 결론을 도출하였다[8]. 장환영(2018)은 국내 스마트시티 정책의 발전과정과 국내외 스마트시티 정책 수립 사례와 관련 연구 검토하여 영향인자 및 상관관계를 도출하고 전문가 인터뷰 수행을 통해 스마트시티 정책프레임워크 개발방향에 대해 제시하였다[9]. 오덕성 외(2015)는 선행연구 분석과 전문가 브레인스토밍을 통해 에너지 측면의 스마트시티의 목표에 맞는 '도시 에너지 통합관리 센터 구축', '건축물 에너지 관리 시스템', '빌딩 자동화 시스템', '녹색교통 체계 구축', '지능형 교통 시스템', '친환경 교통수단 보급', 등 건축물 에너지 소비 절감과 지능형 녹색 교통 시스템 구축에 관련된 계획기법을 도출하였다[10]. Guimarães et al.는 스마트시티는 공공 자원, 인적 자본, 사회 자본 및 IT 기술의 접목이 실행가능한 솔루션이라고 강조하며, 이들 요인이 삶의 질에 미치는 영향을 분석하기 위해 829명 시민들을 대상으로 설문조사

를 실시하여 데이터를 수집하였다. SEM(Structural Equation Modelling) 방법론을 적용하여 데이터를 분석한 결과 투명성, 협동, 참여, 협력관계, 의사소통 및 책임 등이 중요한 관계에 있다고 도출하였다[11]. Sãnchez et al.는 그동안 스마트시티와 관련하여 진행되었던 94개의 논문들을 분석하고 지역, 국가, 도시, 주제 등으로 유형을 분류하여, 스마트 경제, 스마트 환경, 스마트 운송, 스마트 인간, 스마트 삶, 스마트 거버넌스 등 6가지의 대분류를 기준으로 세부적인 구성요소들의 실행을 위해 추천하는 아이템들을 도출하였다[12].

위와 같은 사례를 종합해 보면, 도전적인 스마트시티 시범도시를 시도하고 있는 한국의 스마트시티 실행 위한 정책을 살펴보고, 실질적으로 도시에 거주하는 시민들의 요구사항을 충족하는 동시에 온실가스를 저감할 수 있는 에너지 측면의 스마트시티 서비스를 개발하는 연구가 필요하다. 이를 위해 스마트시티 시범도시인 세종시 5-1 생활권의 에너지 서비스 요소들을 도출하고 세종시민을 대상으로 한 설문조사를 통해 시민이 원하는 서비스와 각 서비스들 간의 상관관계를 분석하여 핵심 에너지 서비스 분야를 도출하는 본 논문은 시기적절한 연구로 사료된다.

2.2 세종 5-1 생활권 스마트시티 추진 현황

스마트시티는 각국의 경제 및 발전수준, 도시 상황과 여건에 따라 매우 다양하게 정의 활용되고 있으며, 국가별 접근전략에도 차이가 있다. 일반적으로 도시에 ICT, 빅데이터 등 신기술을 접목하여 각종 도시문제를 해결하고, 삶의 질을 개선할 수 있는 도시모델로 Table. 1과 같이 정의하고 있다[13].

Table 1. Strategy of Smart City

Category	Developed Country	Developing Country
Subject	Private Led (Improvement of Life Quality)	Public Led (Improvement of National Competitiveness)
Purpose	Climate Change Response, City Regeneration	Solving the Rapid Urbanization Problem, Economic Development

특히 세종 5-1 생활권은 백지상태 부지의 장점을 최대한 살려, 모빌리티, 에너지 등 도시 인프라 부터 시민행복 중심으로 설계를 바탕으로 Table. 2와 같이 세계 수준의 스마트 도시를 조성하는 목표를 가지고 있다. 또한, 시민의 행복을 높이고, 창조적 기회를 제공하는 지속가능한 플랫폼으로써, 도시라는 철학과 탈물질주의, 탈중앙화, 스마트 기술 가치를 가지고 있으며, 이를 구현하기 위하여 모빌리티, 헬스케어, 교육, 에너지와 환경, 거버넌스, 문화와 쇼핑, 일자리, 도시공간 등 8가지 방법을 제시하고 있다. 특히, 이 논문의 주제와 연관된 '에너지 환경' 방법의 추진전략 및 시행계획은 '환경 친화적 에너지 혁신기술 및 시민 참여기반의 사업 도입으로 지속가능한 친환경 미래에너지 도시 조성'의 목적을 달성하기 위함이다[5].

Table 2. Strategy and Implementation Plan

Strategy	Implement Plan
Energy Efficient Management & Operation	① Smart Zero-Energy City Implementation ② Energy Trade Pilot Project ③ Energy Prosumer Implementation
Eco-friendly Energy Independent City	① Implementation of Renewable Energy 3020 Plan ② Construction of Solar Energy City ③ Fuel-Cell Pilot Project ④ Total Energy Operation City Center
Any Time, Any Where Charging	① Expansion of Mobility Charging Infrastructure ② Securing Mobility Charging Facilities
Construction of Futuristic Residential Environment	① Construction of Zero Energy Building ② Construction of Zero Energy Complex ③ Eco-friendly Food Waste Recycling

이와 같은 시행계획에도 불구하고 현재 5-1 생활권은 개발계획은 물론, 실시계획, 토지공급 등 제반 절차가 전무한 상황으로, 실제 주민들 입주를 위한 시기는 2021년에서 2023년으로 변경된 상황이다[14].

3. 본론

3.1 연구프로세스

본 연구는 세종 5-1 생활권의 스마트시티 국가시범도시 시행계획의 에너지 분야 추진전략과 스마트시티 철학을 바탕으로 설문조사 문항을 개발하였다. 총 1,000명의 세종시민을 대상으로 설문조사를 실시하여, 각 서비스에 대한 필요성을 파악하고, 주성분분석과 연관규칙탐사를 통해 스마트시티에 필요한 에너지 서비스에 대한 모듈을 제시하고자 한다.

본 연구의 구성은 세종 5-1 생활권 스마트시티 시행계획과 제3차 스마트시티 종합계획을 바탕으로 에너지 서비스들을 분류하여 설문조사 문항 구성 및 방법을 설

계하였으며, 세종시민 1,000명을 대상으로 설문조사를 실시하여, 각 문항별 필요성을 분석하였다. 또한, 설문조사를 통해 생성된 빅데이터를 활용하여 12개의 다양한 항목에 대한 서비스 구성을 주성분분석을 통해 상관성이 있는 그룹으로 축소하고 그룹별, 개별 상관분석을 실시하였다. 마지막으로 12개 문항들에 대한 답변이 서로의 대한 연관성 확률을 분석하기 위하여 연관규칙탐사를 실시하였다. 전체적인 연구 프로세스는 Fig. 1과 같다.

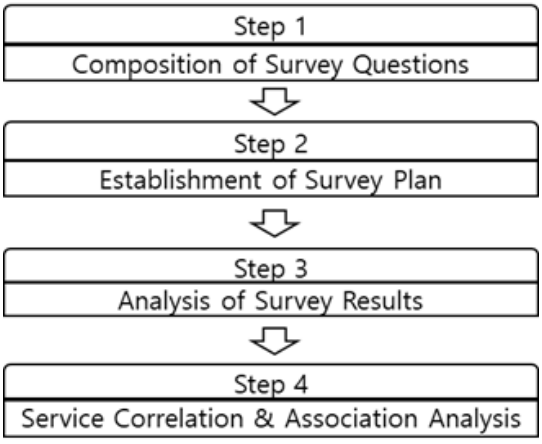


Fig. 1. Process of Study

3.2 설문조사

세종 5-1 생활권 스마트시티는 아직 건설되지 않았기 때문에 건설 후 이주 가능성이 높은 세종시민을 대상으로 설문조사를 Table. 3과 같이 설계하였다.

Table 3. Design of Survey

Category	Respondents
Survey Target	Men & Women over 19 years of age living in Sejong City
Survey Method	Telephone Interview Survey Using Structured Questionnaire
Sampling	Random Sampling Based on Allocation of Demographic Statistics by Region, Gender and Age in Sejong City
Sample Scale	Total 1,000 Samples
Survey Period	1st November ~ 14th November in 2019

설문조사 문항은 세종 5-1 생활권 스마트시티 에너지 분야 시행계획의 '에너지와 환경분야' 추진전략과 제3차 스마트도시 종합계획의 철학을 바탕으로 "스마트시티 에너지 비즈니스 서비스 개발"이라는 주제로 국가 연구개발 과제에 참여하는 8개 기관 책임자들과 회의를 통해 각 참여기관의 비즈니스 모델 과제를 포함시켜 Figure. 2와 같이 최종 12개 설문조사 문항을 구성하였다[부록 1].

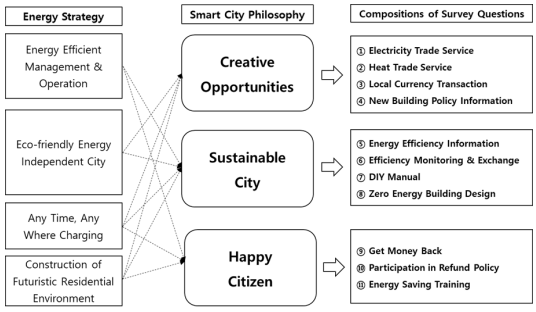


Fig. 2. Categories of Survey based on Korean Smart City's Strategy and Philosophy

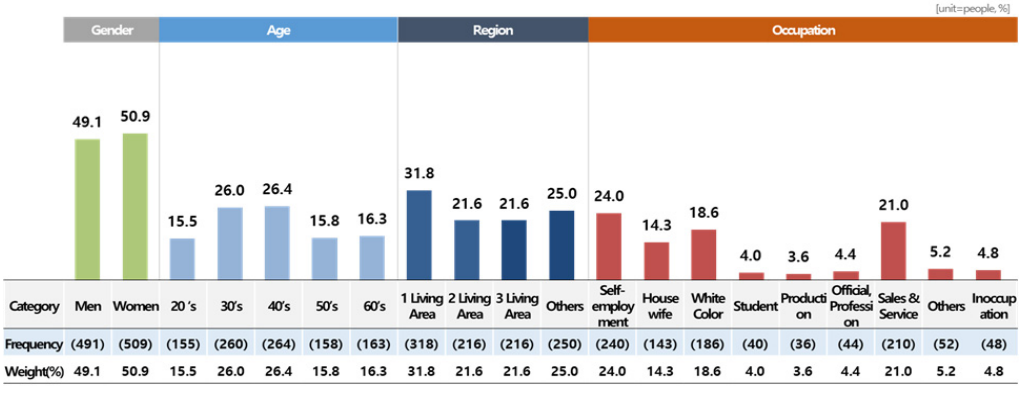


Fig 3. Respondent Characteristics

설문조사는 전화면접 조사 형태로 진행하였으며, 최종적으로 기존에 설계한 표본 크기 목표인 1,000명이 응답할 때까지 설문조사를 진행하였다. 응답자 성별은 '남성' 491명, '여성' 509명이었으며, 연령별로는 '20대' 155명, '30대' 260명, '40대' 264명, '50대' 158명, '60대' 163명이 응답하였다. 지역별로는 중앙행정기능이 있으며, 가장 많은 시민들이 살고 있는 '1생활권' 318명, 문화 및 국제교류 기능이 있는 '2생활권'과 도시행정 기능이 있는 '3생활권'은 각 216명, 그 외 대학 및 연구 기능이 있는 4생활권, 의료복지 기능이 있는 5생활권, 첨단지식 기반 산업이 계획되어 있는 6생활권은 아직 본격적으로 개발 중이며 응답자가 상대적으로 적어 '그 외 세종시 지역'으로 구분하였으며, 250명이 응답하였다. 직업별로는 '자영업'이 240명으로 가장 많이 응답하였으며, 생산직이 36명으로 가정 적게 응답하였다. 전체적인 세종시민의 유형별 응답비율은 Fig. 3과 같다.

3.3 설문조사 결과

각 문항의 설문조사는 리커트 척도의 10점 척도를 활용했으며, 매우 부정을 1점 매우 긍정을 10점으로 설정하여 100점 만점 평균으로 환산하여 점수를 산출하였다. 설문조사 결과 '일자리 서비스'가 76.5점으로 가장 높은 점수를 받았으며, 그 다음으로 '열거래 서비스'가 76.0점으로 높은 점수를 받았다. 반면에, '환급정책 참여'가 73.2점으로 가장 낮은 점수를 받았으며, '지역화폐 활용거래'가 73.5점으로 다음으로 낮은 점수를 받았다. 전체 에너지 서비스에 대한 점수 현황은 Fig. 4와 같다.

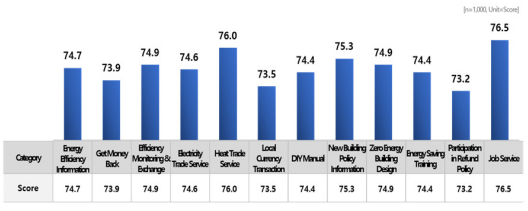


Fig 4. Total Result of Survey

가장 높은 점수인 평점 76.5점을 받은 '일자리 서비스'에 대한 점수 분포는 Fig. 5와 같으며, 필요하다는 응답이 54.8%로 높았고, 보통이 44.7%, 필요하지 않다는 응답은 0.5%를 차지했다. 연령별로는 30대에서 78.2점으로 가장 높았으며, 20대에서는 73.2점을 받아 상대적으로 필요성이 낮은 것으로 조사되었다. 성별로는 여성이 78.2점으로 남성보다 3.5점 더 높은 점수를 주었다.

그 다음 높은 평점인 76.0 받은 '열거래 서비스'에 대한 점수 분포는 Fig. 6과 같으며, 필요하다는 응답이 55.5%로 높았고, 보통이 43.7%, 필요하지 않다는 응답은 0.8%를 차지했다. 연령별로는 30대에서 77.3점으로 가장 높았으며, 20대에서는 74.2점을 받아 상대적으로 필요성이 낮은 것으로 조사되었다. 성별로는 여성이 76.5점으로 남성보다 1점 더 높은 점수를 주었다.

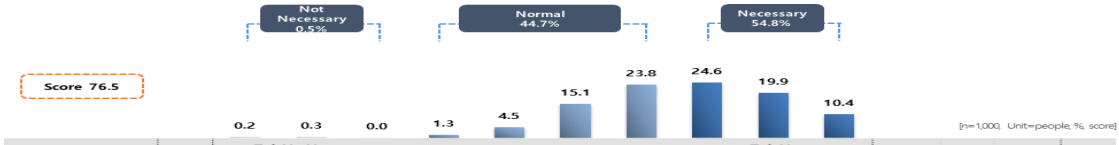
가장 낮은 평점인 73.2점을 받은 '환급정책 참여'에 대한 점수 분포는 Fig. 7과 같이 나타났으며, 필요하다는 응답이 50.0%로 높았고, 보통이 47.6%, 필요하지 않다는 응답은 2.4%를 차지하였다. 연령별로는 30대에서 75.6점으로 가장 높은 점수를 받은 반면에, 20대에서는 69.4점으로 상대적으로 낮은 점수를 받았다. 성별로는 여성이 74.4점으로 남성보다 2.5점 높은 점수를 주었다.

두 번째로 낮은 평점인 73.9점을 받은 '지역화폐 활용거래'에 대한 점수분포는 Fig. 8과 같으며, 필요하다는 응답이 49.4%, 보통이 47.1%, 필요하지 않다는 응답은 3.5%를 차지하였다. 연령별로는 50대에서 76.0점으로 가장 높은 점수를 받은 반면, 20대에서 69.3점으로 지역화폐 필요성이 낮은 것으로 나타났다. 성별로는 남성과 여성이 동일하게 73.5점을 주었다.

스마트시티 에너지 서비스 관련 11개 문항에 대하여 응답자 유형별 평점을 살펴보면, 세종시 1~3 생활권 평점은 76.4점으로 그 외 세종시 지역 응답자의 평점인 69.4점보다 높았으며, 성별로는 여성의 평점이 75.1점으로 남성보다 74.3점 높았다. 연령별로는 30대에서 76.5점으로 가장 높았으며, 직업별로는 공무원 및 전문직이 77.0점으로 가장 높은 평점을 주었다. 응답자 유형별 평점 결과는 [부록2]에 수록하였다.

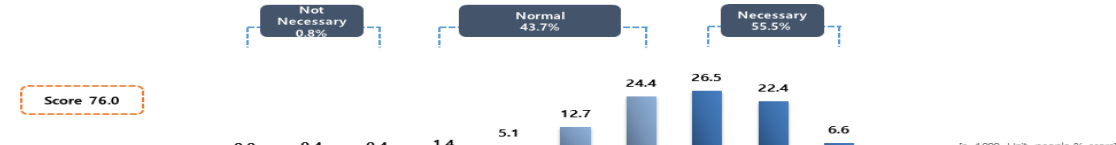
3.4 주성분분석 및 연관규칙탐사

세종시민 1,000명의 응답결과 데이터를 바탕으로 주성분분석을 실시하였다. 주성분분석이란 입력 데이터들의 관계를 보기 위해 만든 공분산 행렬 또는 상관행렬을 분해한 고유벡터와 고유값을 이용한 것이다. 고유벡터는 데이터의 분산이 큰 방향을 나타내는 백터로 경향성의 방향을 의미하며, 고유값은 그 분산의 크기를 나타내며 설명력을 의미한다. 본 연구의 주성분 선택 기준은 고유값이 1이상인 것을 선택하여, 12개 문항을 3가지 문항의 그룹으로 Table 4와 같이 축소하였다. 고유값이 1보다 작은 값을 가지는 주성분은 원래 변수보다 낮은 설명력을 가지기에 고려할 필요가 없다. 3가지 그룹으로 축소한 결과 문항 5번, 6번, 7번, 11번이 PC(Principal Component)1



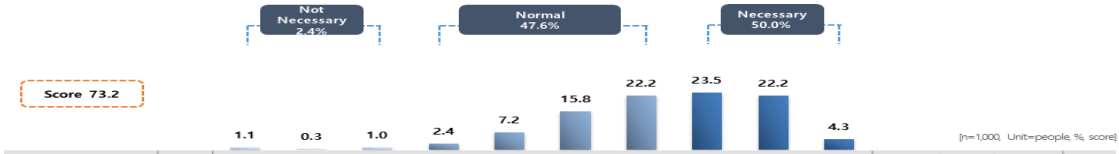
Category		Base	← Truly Not Necessary 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Truly Necessary → 10	Not Necessary	Normal	Necessary	Score
Total		(1,000)	0.2	0.3	0.0	1.3	4.5	15.1	23.8	24.6	19.9	10.4	0.5	44.7	54.8	76.5
Age	20's	(155)	0.8	0.8	0.0	3.0	7.3	16.7	23.7	21.9	19.2	6.8	1.5	50.7	47.8	73.2
	30's	(260)	0.0	0.4	0.0	1.1	3.9	12.1	20.4	26.6	25.2	10.2	0.4	37.6	62.0	78.2
	40's	(264)	0.0	0.4	0.0	0.9	4.3	16.9	26.9	25.5	14.9	10.0	0.4	49.1	50.5	75.5
	50's	(158)	0.0	0.0	0.0	1.1	2.7	13.4	26.4	23.2	20.1	13.0	0.0	43.7	56.3	78.0
	Over 60's	(163)	0.4	0.0	0.0	0.7	5.0	16.9	21.5	23.5	19.8	12.2	0.4	44.1	55.5	76.8
Gender	Men	(491)	0.2	0.2	0.0	1.3	6.0	18.9	24.1	22.9	17.4	8.9	0.5	50.3	49.2	74.7
	Women	(509)	0.1	0.5	0.0	1.3	3.1	11.4	23.5	26.1	22.2	11.8	0.6	39.2	60.2	78.2

Fig. 5. Result for Necessity of Local Economy with Energy Service



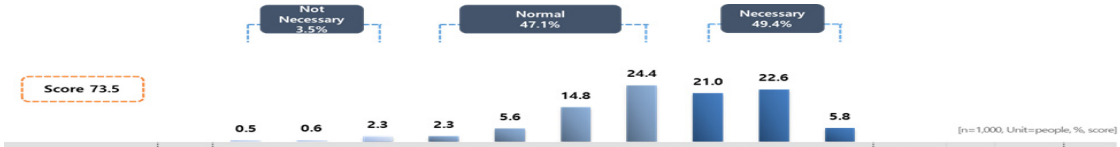
Category		Base	← Truly Not Necessary 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Truly Necessary → 10	Not Necessary	Normal	Necessary	Score
Total		(1,000)	0.0	0.4	0.4	1.4	5.1	12.7	24.4	26.5	22.4	6.6	0.8	43.7	55.5	76.0
Age	20's	(155)	0.0	1.2	2.3	2.3	3.4	16.6	25.3	17.5	25.1	6.4	3.4	47.6	49.0	74.2
	30's	(260)	0.0	0.9	0.0	0.7	3.8	12.1	21.1	30.7	23.9	6.8	0.9	37.7	61.4	77.3
	40's	(264)	0.0	0.0	0.2	1.1	6.5	11.6	25.9	31.1	16.7	6.7	0.2	45.2	54.5	75.6
	50's	(158)	0.0	0.0	0.0	2.3	3.7	13.6	28.7	22.0	24.3	5.4	0.0	48.3	51.7	75.9
	Over 60's	(163)	0.0	0.0	0.0	1.6	8.0	10.7	22.0	25.6	24.5	7.7	0.0	42.3	57.7	76.6
Gender	Men	(491)	0.0	0.5	0.7	0.6	7.0	14.6	22.4	23.8	23.9	6.3	1.2	44.7	54.1	75.5
	Women	(509)	0.0	0.4	0.1	2.2	3.3	10.8	26.3	29.2	20.8	6.9	0.5	42.6	56.9	76.5

Fig. 6. Result for Necessity of Heat Trade Service



Category		Base	← Truly Not Necessary 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Truly Necessary → 10	Not Necessary	Normal	Necessary	Score
Total		(1,000)	1.1	0.3	1.0	2.4	7.2	15.8	22.2	23.5	22.2	4.3	2.4	47.6	50.0	73.2
Age	20's	(155)	1.5	0.8	2.3	3.8	10.8	16.6	19.5	28.6	11.2	5.0	4.6	50.7	44.8	69.4
	30's	(260)	0.9	0.2	0.7	2.0	5.7	16.0	17.9	21.4	28.6	6.6	1.8	41.6	56.6	75.6
	40's	(264)	0.4	0.4	1.3	1.6	6.5	15.3	24.2	25.2	20.8	4.2	2.2	47.5	50.3	73.7
	50's	(158)	1.9	0.0	0.4	2.7	8.3	13.3	30.1	20.5	22.5	0.4	2.3	54.4	43.4	71.6
	Over 60's	(163)	1.1	0.0	0.4	2.6	6.5	17.8	20.9	22.4	24.3	4.0	1.5	47.8	50.7	73.6
Gender	Men	(491)	0.8	0.0	1.1	1.6	9.3	19.5	22.7	21.6	20.3	3.0	1.9	53.1	45.0	71.9
	Women	(509)	1.3	0.6	1.0	3.1	5.3	12.1	21.8	25.4	24.0	5.6	2.8	42.3	54.9	74.4

Fig. 7. Result for Necessity of Refund Service



Category		Base	← Truly Not Necessary 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Truly Necessary → 10	Not Necessary	Normal	Necessary	Score
Total		(1,000)	0.5	0.6	2.3	2.3	5.6	14.8	24.4	21.0	22.6	5.8	3.5	47.1	49.4	73.5
Age	20's	(155)	1.2	0.8	5.7	4.3	7.0	14.4	24.3	20.9	17.2	4.2	7.6	50.0	42.4	69.3
	30's	(260)	0.0	1.3	1.0	1.6	6.6	12.6	26.4	20.5	25.2	4.8	2.3	47.2	50.5	74.4
	40's	(264)	0.4	0.4	2.7	0.9	6.1	17.0	23.3	23.3	21.6	4.2	3.6	47.3	49.1	73.1
	50's	(158)	0.7	0.0	0.7	3.5	3.7	13.6	21.8	20.6	27.6	7.8	1.5	42.6	56.0	76.0
	Over 60's	(163)	0.4	0.4	2.3	2.7	3.9	16.1	25.8	18.2	20.6	9.7	3.1	48.4	48.5	74.3
Gender	Men	(491)	0.2	1.0	2.9	2.2	5.9	14.2	24.3	19.3	23.4	6.6	4.1	46.7	49.2	73.5
	Women	(509)	0.7	0.4	1.8	2.4	5.4	15.3	24.5	22.5	21.9	5.1	2.9	47.5	49.6	73.5

Fig. 8. Result for Necessity of Local Currency Service

으로 축소되었으며, 8번, 9번, 10번이 PC2로 축소되었다. 마지막으로 문항 1번, 2번, 3번, 4번, 12번이 PC3로 축소되었다. 주성분분석은 고차원의 데이터 차원을 축소하는 방법으로서 주성분분석을 통해 추출된 주성분은 기존 변수들의 선형 결합으로 구성되어 주성분 Z는 모든 변수 X들의 선형결합으로 Eq. (1)과 같이 표현된다. Eq. (1)에서 z는 선형결합으로 추출된 주성분을 나타내며, 모든 변수의 선형결합의 계수값인 α는 기존 변수가 추출된 주성분을 구성하는데 기여하는 정도를 나타낸다. 본 연구에서는 α의 절댓값이 0.2이상인 것을 주성분의 특성을 대표하는 중요변수로 선정하였다.

$$\begin{aligned} z_1 &= \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \cdots + \alpha_{1p}X_p, \\ z_1 &= \alpha_{21}X_1 + \alpha_{21}X_2 + \cdots + \alpha_{2p}X_p, \\ &\vdots \qquad\qquad \vdots \\ z_p &= \alpha_{p1}X_1 + \alpha_{p1}X_2 + \cdots + \alpha_{pp}X_p, \\ &(\text{단}, \alpha_{ij}, i, j = 1,2,\cdots,p). \end{aligned} \tag{1}$$

Table 4. Design of Survey

Category	Questionnaire	Loading value(α)
PC1	⑤ Heat Trade Service	0.587
	⑥ Local Currency Transaction	0.574
	⑦ DIY Manual	0.468
	⑪ Participation in Refund Policy	0.273
PC2	⑧ New Building Policy Information	-0.615
	⑨ Zero Energy Building Design	-0.611
	⑩ Energy Saving Training	-0.365
PC3	① Energy Efficiency Information	0.587
	② Get Money Back	0.543
	③ Efficiency Monitoring & Exchange	0.389
	④ Electricity Trade Service	0.328
	⑫ Job Service	0.241

각 축소된 그룹별로는 Fig. 9와 같이 PC1과 PC2는 상관계수의 값이 (-0.39)으로 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났으며, PC1과 PC3의 상관계수의 값이 (0.52)로 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 마지막으로 PC2와 PC3는 상관계수의 값이 (-0.44)로 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 개별 12개 문항의 항목별 점수에 대한 상관관계 분석 결과는 Fig. 10과 같으며, 모든 상관계수의 값은 양수로 모두 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났으며, 특히 문항 (3번 '효율점검·교체, 4번 '전기거래 서비스'), (5번 '열 거래서비스', 6번 '지역화폐 활용 거래', 7번 '건축 DIY 매뉴얼 제공'), (9번 '제로에너지 설계', 10번 '에너지절약 교육')은 상관계수의 값이 0.4보다 큰 값을 가지는 높은 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다.

세종시민 1,000명이 12개 문항에 대하여 연관규칙탐사 분석을 통해 서로의 연관성을 분석을 한 결과는 Fig. 11과 같다. 유형별 평점을 매우 부정 (1~2), 부정(3~4), 보통(5~6), 긍정(7~8), 매우긍정(9~10)과 같이 범주형 자료로 변환한 후 연관분석을 진행하였다.

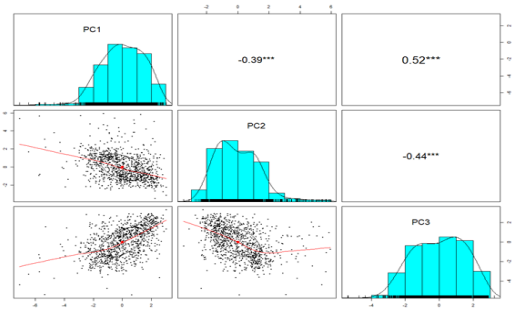


Fig. 9. Correlation Analysis of each Principal Components

연관성을 일반화 하거나 신뢰할 수 있는 판단 기준으로 지지도(support), 신뢰도(confidence), 향상도(lift) 값을 사용한다. 지지도는 식(2)와 같이 '조건절(A)이 일어날 확률로 정의된다.

$$\begin{aligned} &For\ the\ rule\ A \rightarrow B, \\ &Support(A) = P(A) \end{aligned} \tag{2}$$

신뢰도는 집한 간의 연관성 강도를 측정하며, eq. (3)과 같이 조건절(A)이 주어졌을 때 결과절(B)이 일어날 조건부확률로 정의된다.

$$Confidence(A \rightarrow B) = \frac{P(A,B)}{P(A)} \tag{3}$$

생성된 규칙이 실제로 효용가치가 있는지 판별하는데 사용되는 향상도는 eq. (4)와 같이 조건절과 결과절이 서로 독립일 때와 비교해 두 사건이 동시에 얼마나 발생하는지 비율로 나타낸다. 따라서, 향상도가 1이라면 조건절과 결과절은 독립을 의미하며, 규칙사이에 유의미한 연관성이 없는 것을 뜻한다. 향상도가 1보다 높아질수록 조건절과 결과절의 연관성이 높은 것을 의미하며, 식(4)와 같이 정의된다.

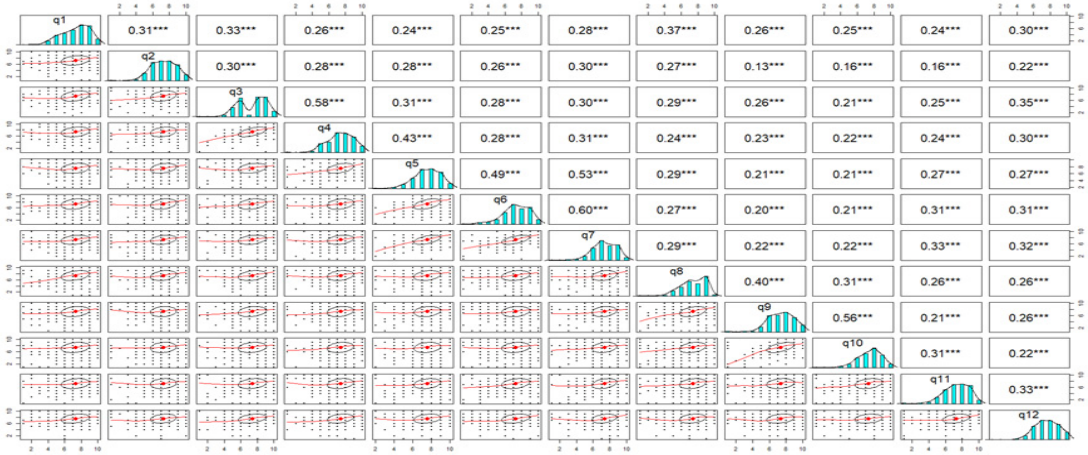


Fig. 10. Correlation Analysis of each 12 Question

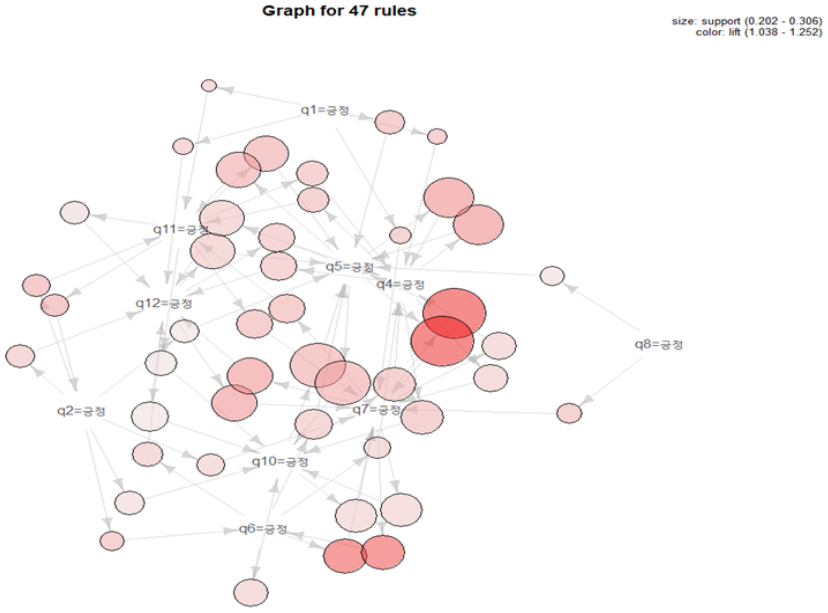


Fig. 11. Association Rule Mining Analysis

$$Lift(A \rightarrow B) = \frac{P(A,B)}{P(A) \bullet P(B)} \quad (4)$$

본 연구에서는 지지도 20% 이상, 신뢰도 50% 이상의 47개의 규칙을 선별하였으며, 그 중 향상도가 1.15 이상인 연관성 규칙을 유의미한 규칙으로 Table 5를 도출하였다.

문항 5번 '열 거래서비스', 6번 '지역화폐 활용 거래', 7번 '건축 DIY 매뉴얼 제공'의 문항에 긍정일 때 다른 문항 또한 긍정일 확률이 높은 것으로 나타났다. 4번 전기거래 서비스'와 5번 '열거래 서비스'의 경우 서로 긍정일 확률이 높은 것으로 나타났다. 마찬가지로 문항 7번 '건축 DIY 매뉴얼 제공'과 12번 '일자리 서비스'의 경우 서로 긍정일 확률이 높은 것으로 나타났다.

Table 5. Association rule

rule	Sup	Conf	Lift	if	Then
1	0.306	0.636	1.252	q7=positive	q5=positive
2	0.306	0.602	.1252	q5=positive	q7=positive
3	0.264	0.699	1.222	q6=positive	q7=positive
4	0.264	0.549	1.222	q7=positive	q6=positive
5	0.278	0.595	1.172	q4=positive	q5=positive
6	0.278	0.547	1.172	q5=positive	q4=positive
7	0.268	0.559	1.163	q12=positive	q7=positive
8	0.268	0.557	1.163	q7=positive	q12=positive

3.5 설문 분석 결과

본 연구는 세종 5-1 생활권 스마트시티 시범도시에 적합한 '스마트시티 에너지 서비스' 기획 연구를 진행하기 위하여, '세종시 스마트시티 시행계획', '제3차 스마트시티 종합계획'의 구성내용을 바탕으로' '스마트시티 에너지 서비스' 연개개발 참여자들과 12개 서비스에 대한 설문조사 문항을 구성하였다. 세종시민 1,000명을 대상으로 12개 에너지 서비스 필요성 문항에 대한 설문조사를 실시한 결과 '일자리 서비스'가 76.5으로 가장 높은 점수를 받았으며, 그 다음으로 '열거래 서비스'가 76.0점으로 높은 점수를 받았다. '환급정책 참여'가 73.2점으로 가장 낮은 점수를 받았으며, '지역화폐 활용 거래'가 73.5점으로 다음으로 낮은 점수를 받았다. 특히, '일자리 서비스'와 '열거래 서비스' 모두 30대에서 78.2점, 77.3점으로 가장 높은 점수를 획득한 반면에, 20대에서는 73.2점, 74.2점으로 가장 낮은 점수를 획득하였다. 행정도시인 세종시 특성 상 30대는 자가를 소유를 하고 있으며, 신도시로써 20년 이상 장기 거주계획 있어 도시발전에 관심이 있는 것으로 판단된다. 반면에, 20대의 응답자는 자녀로서 거주하고, 30대보다 타 도시로의 이주 가능성이 높은 것으로 예측된다. 12개 모두 평점 70.0점 이상을 받아 특별히 삭제해야 할 에너지 서비스는 없다고 판단되며, 12개 문항을 주성분분석을 통해 3개로 축소한 결과와 최초 에너지 서비스 문항 설계 당시 3차 스마트시티 종합계획에서의 3대 철학과 연구개발 참여 전문가들을 통해 도출된 3개 그룹으로 비교하면 Table 6과 같다.

결과적으로 각 그룹 간 에너지 서비스 2개 이상 일치하는 그룹은 1개뿐이며, 나머지 2개 그룹은 단 1개만이 일치하였다. 주성분분석으로 축소된 그룹 간의 상관성 분석 결과 PC1과 PC2는 상관계수의 값이 (-0.39)으로 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났으며, PC1과 PC3의 상관계수의 값이 (0.52)로 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 마지막으로 PC2와 PC3는 상관계수의 값이 (-0.44)로 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 12개 문항들에 대한 개별적으로 분석하였을 때는 모두 양의 값(0 이상)을 갖는 상관관계를 가지고 있는 것으로 분석되었다.

Table 6. Design of Survey

Category	PCA Result Group	Expert Suggestion Group
PC1	⑤ Heat Trade Service ⑥ Local Currency Transaction ⑦ DIY Manual ⑪ Participation in Refund Policy	④ Electricity Trade Service ⑤ Heat Trade Service ⑥ Local Currency Transaction ⑪ Participation in Refund Policy
PC2	⑧ New Building Policy Information ⑨ Zero Energy Building Design ⑩ Energy Saving Training	③ Efficiency Monitoring & Exchange ⑦ DIY Manual ⑧ New Building Policy Information ⑨ Zero Energy Building Design
PC3	① Energy Efficiency Information ② Get Money Back ③ Efficiency Monitoring & Exchange ④ Electricity Trade Service ⑫ Job Service	① Energy Efficiency Information ② Get Money Back ⑩ Energy Saving Training ⑫ Job Service

마지막으로 12개의 개별 에너지 서비스에 대한 문항의 연관규칙탐사 분석 결과 5번 '열 거래서비스', 6번 '지역화폐 활용 거래', 7번 '건축 DIY 매뉴얼 제공'의 문항에 긍정일 때 다른 문항 또한 긍정일 확률이 높은 것으로 나타났다. 4번 전기거래 서비스'와 5번 '열거래 서비스'의 경우 서로 긍정일 확률이 높은 것으로 나타났으며, 문항 7번 '건축 DIY 매뉴얼 제공'과 12번 "일자리 서비스'의 경우 서로 긍정일 확률이 높은 것으로 나타났다. 즉, 설문 문항에 모두 연관성 확률 큰 에너지 서비스가 존재하고, 동일한 단어가 반복되면 서로의 연관성 확률이 크다는 것을 예측할 수 있다.

결론적으로, 12개의 에너지 서비스는 모두 같은 방향의 상관성이 존재함에 따라 시민들이 개별 에너지 서비스들을 유사하게 받아들인다고 판단 할 수 있다. 그러나, 12개 서비스들을 세종시민의 인식에 기반하여 3개로 축소하였을 때, 다른 방향의 상관관계를 보임으로써, 시민들이 받아들이는 서비스의 유사성이 분리될 수 있는 가능성을 확인하였다. 또한, 여러 에너지 서비스에 연관성이 있는 에너지 서비스가 존재하고, 동일한 단어가 있는 경우 서로 연관성 높았다. 마지막으로 운영의 효율을 고려하여 최초 설문조사 항목 구성에 참여하였던 전문가들의 최종 의견을 종합한 결과는 각 에너지 서비스들의 통

합 플랫폼으로 구축되는데 활용할 수 있도록 '경제 창출', '에너지거래', '에너지효율' 3가지 모듈로 구성되는 것을 제시하였다.

Table 6. Suggestion from Analysis Result

Platform 1 (Economy Development)	Platform 2 (Energy Trade)	Platform 3 (Energy Efficiency)
⑦ DIY Manual ⑧ New Building Policy Information ⑨ Zero Energy Building Design ⑫ Job Service	④ Electricity Trade Service ⑤ Heat Trade Service ⑥ Local Currency Transaction ⑪ Participation in Refund Policy	① Energy Efficiency Information ② Get Money Back ③ Efficiency Monitoring & Exchange ⑩ Energy Saving Training

4. 결론

현재, 세종 5-1 생활권은 스마트시티 시범도시 2018년 선정된 이후 백지상태의 부지에서 실시설계조차 이루어지지 않고 있다. 정부에서는 2019년에 '세종 스마트시티 국가 시범도시 시행계획'을 발표 하여 에너지·환경분야의 추진전략을 구성하였지만, 인프라 구축의 SOC 사업을 위주의 내용만 기술되어 있다. 이 논문은 세종시민이 직접 원하는 에너지 서비스 구성들의 필요성을 파악하기 위하여 12개 문항으로 구성된 설문조사를 실시하였으며, 설문조사를 통해, '일자리 창출 서비스'와 '열거래 서비스'의 필요성이 가장 높은 것으로 분석되었다. 또한, 단순 설문조사 실시에 그치지 않고 세종시민 1,000명의 설문조사를 통해 생산된 데이터를 활용하여, 주성분분석과 연관규칙 탐사를 실시하여 각 12개 서비스들의 상관성과 연관성 있는 서비스들을 분석하여, 3가지 모듈로 그룹화 하였다. 그룹화 된 모듈의 항목들에 대한 최종적인 운영 효율성 측면에서 최종적인 전문가 검토 결과, 스마트시티 에너지서비스 플랫폼 형태로 구현 가능하도록 하는 3가지 서비스 모듈을 제시하였다. 아직 백지상태인 세종 5-1 생활권 스마트시티 구현을 위해 지금부터 본격적으로 수많은 연구와 실증사업들이 진행될 것이다. 따라서 이번 연구의 결과는 에너지 분야에 대한 플랫폼 서비스를 추진하고자 하는 수많은 연구소들과 기업들에게 최초의 에너지 서비스 항목을 구상하고자 할 때 쉽게 접근이 가능하도록 도움을 줄 수 있을 것이다. 이러한 기여점에도 불구하고 본 연구는 세종 5-1 생활권에 건설될 건축물들의 유형과 주거형태 및 에너지 인프라에 대한 세부적인 정보가 없어서, 맞춤 형태로 에너지 서비스 항목들을 구성하지 못한 한계가 있다. 그러나 정부는 2020년에 세종 스마트시티를 운영하는 SPC 사업자를 선정하고, 2021년부터 본격적인 조성사업 이 이루어질 것으로 예측된다. 향후 연구에서는 보다 구체적으로 실제 계획된 자료를 바탕으로 에너지 서비스 항목을 구성할 예정이며, 이와 비슷한 유형의 건축물, 주택 및 에너지 인프라와 관련된 데이터들을 활용하여, 가상의 에너지 서비스를 구현하는 연구를 추진할 예정이다. 이러한 추후 연구는 점차적으로 확장될 여러 스마트시티에 사업하고자 하는 에너지관련 스타트업 기업들에게 용이하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

부 록 1

12개 설문조사 질문내용

설문조사 내용
Q1. 내집의 내일의 날씨나 내 에너지사용 습관을 분석하여 사용량을 예측하여 에너지를 효율적으로 사용하도록 안내하는 서비스가 필요하다고 생각하십니까?
Q2. 내집의 TV, 에어컨, 세탁기 등 가전기기를 사용하지 않는 시간을 약속하고 해당 시간만큼 돈으로 돌려받는 서비스가 필요하다고 생각하십니까?
Q3. 내가 사용하는 건물의 냉난방기가 가장 높은 효율로 사용되는지 점검하고 효율이 떨어지거나 제품이상 시 원격으로 점검하여 현재 상태를 알려주고 제품을 교체해주는 서비스가 필요하다고 생각하십니까?
Q4. 신재생에너지 등 남는 전기를 이웃 간 거래하는 서비스가 필요하다고 생각하십니까?
Q5. 내가 사용하는 건물에서 남는 열을 거래할 수 있는 서비스가 필요하다고 생각하십니까?
Q6. 신재생이나 열거래 등 거래를 위해 세종지역화폐로 받으실 의향이 있습니까? 지역화폐가 세종지역 경제 활성화에 얼마나 필요하다고 생각하십니까?
Q7. 내가 직접 바꿀 수 있는 셀프조명(DIY LED) 매뉴얼과 셀프창문(Window) 매뉴얼 등을 제공한다면 이용하시겠습니까?
Q8. 내가 새로 건물을 지을 때 건물이 허가받아야 할 사항을 안내받고, 건물의 요건에 따라 받을 수 있는 인센티브를 안내하는 서비스가 필요하다고 생각하십니까?
Q9. 내가 새로 건물을 지을 때 에너지를 제로로 사용하는 제로에너지 건축물로 설계하도록 지원하는 서비스가 필요하다고 생각하십니까?
Q10. 세종시민을 대상으로 하는 에너지절약 교육프로그램이 필요하다고 생각하십니까?
Q11. 본인이 스마트 앱을 이용하여 하루 10,000보 이상 걸었을 경우 그에 해당하는 교통비나 자전거 사용 포인트 등으로 환급해 주는 정책이 있다면 참여할 의향이 있으십니까?
Q12. 세종 스마트시티 에너지 서비스 플랫폼 관련 산업에 대한 일자리 정보 서비스가 필요하다고 생각하십니까?

부 록 2

응답자 유형별 평점 결과

구분		문항1	문항2	문항3	문항4	문항5	문항6	문항7	문항8	문항9	문항10	문항11	문항12
지역	1생활권	78.1	75.5	75.8	77.0	78.4	75.6	76.9	78.4	77.1	76.5	75.1	77.4
	2생활권	77.1	75.9	76.2	75.2	75.5	73.9	74.0	78.2	78.8	75.4	72.5	77.8
	3생활권	78.4	75.4	78.4	75.3	75.9	75.0	77.1	76.3	76.5	76.3	74.9	78.4
	그 외 세종시지역	65.3	68.7	69.7	70.4	73.6	69.2	69.1	68.0	67.3	69.1	69.8	72.4
성별	남성	75.3	74.7	73.9	74.0	75.5	73.5	74.1	75.9	74.2	73.6	71.9	74.7
	여성	74.2	73.0	75.9	75.2	76.5	73.5	74.6	74.7	75.6	75.1	74.4	78.2
연령	20대	73.8	70.5	73.7	72.2	74.2	69.3	72.1	73.1	72.4	70.9	69.4	73.2
	30대	77.8	76.2	76.6	76.2	77.3	74.4	76.2	78.0	76.2	75.7	75.6	78.2
	40대	75.8	74.9	75.0	74.5	75.6	73.1	74.4	76.2	76.5	76.3	73.7	75.5
	50대	72.4	74.9	74.6	74.8	75.9	76.0	74.9	74.8	72.8	73.3	71.6	78.0
	60대 이상	71.1	70.5	73.7	74.4	76.6	74.3	73.1	72.1	74.6	73.6	73.6	76.8
직업	자영업	73.7	72.2	73.0	72.7	76.6	73.3	73.8	75.0	75.8	74.3	72.0	75.5
	전업 주부	73.7	74.4	73.5	74.9	76.3	72.3	74.3	74.5	75.7	74.9	73.3	75.9
	일반사무직	77.6	74.5	77.6	76.8	75.9	74.0	73.9	76.4	75.8	74.7	75.0	78.6
	학생	72.2	70.3	76.6	74.5	78.9	69.5	78.0	74.8	74.6	70.3	71.5	73.0
	생산직	68.4	76.4	72.8	70.2	68.2	71.3	70.8	69.5	73.2	74.3	69.4	77.1
	공무원 및 전문직	75.9	79.7	77.0	76.0	78.6	73.8	74.3	81.0	79.1	76.7	72.6	79.1
	판매 및 서비스	75.9	74.9	75.1	76.3	76.1	75.3	76.1	76.8	73.7	76.6	74.3	76.6
	기타 직업	72.1	68.7	76.5	73.6	74.6	74.9	73.2	71.7	75.5	71.8	73.0	75.0
	무직	75.7	74.8	74.3	70.8	74.5	72.0	72.9	72.1	66.5	66.1	71.2	75.8

References

[1] UN Department of Economic and Social Affairs, World Population Prospects 2019: Highlights, June 2019.
DOI : https://doi.org/10.18356/13bf5476-en

[2] UN Department of Economic and Social Affairs, World Urbanization Prospects The 2018 Revision, pp11, pp.37
DOI : https://doi.org/10.18356/b9e995fe-en

[3] UNEP, The Emissions Gap Report 2014 : A UNEP Synthesis Report, pp.18
DOI : https://doi.org/10.18356/988ece44-en

[4] Seto KC, et al. Human settlements, infrastructure, and spatial planning. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Geneva, Switzerland), Chap 12, pp 923-1000, 2014

[5] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, et al. (2019) Sejong Smart City National Test-bed Implementing Plan.

[6] M. J. Kim, S. H. Jung, Current Trend of Smart City Service Application in Korea, Journal of the Korea Contents Association 19(2), pp. 194-203, 2019.02.
DOI : http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.02.194

[7] J. H. Park, J. W. Park, K. W. Nam, A Study on Activation of Citizen Participation through Living Lab, Journal of the Korean Regional Science Association 35(3), pp 33-44, 2019.09.
DOI : http://dx.doi.org/10.22669/krsa.2019.35.3.033

[8] B. J. Kim, H. S. Ha, Exploring the Determination of Citizen's Perceptions of Smart City : Focusing on Comparison of New and Established Cities in South Korea, Journal of the Korean Urban Mangement Association 32(3), pp 63-79, 2019.09.
DOI : http://dx.doi.org/10.22669/krsa.2019.35.3.033

[9] H. Y. Jang, A Study on Framework Development Directions for Solving Smart City Issues, Jounal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 19(5), pp. 432-443, 2018.05.
DOI : http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.5.432

[10] D. S. Oh, S. Y. Park, S. J. Lee, A study on the Energy Planning Technique of Smart Green City : Focus on Application Condition in Multi-functional Administrative City, Korea, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 16(9), pp 6368-6375, 2015.09
DOI : http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.9.6368

[11] J. C. F. D. Guimarães, E. A. Severo, L. A. F. Júnior, W. P. L. B. D. Costa, F. T. Salmoria, Governance and quality of life in smart cities : Towards sustainable development goals, Journal of Cleaner Production, 253, Article 119926, 2020.04.
DOI : https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119926

[12] L. Quijano-Sánchez, I. Cantador, M. E. Cortés-Cediel, O. Gil, Recommender systems for smart cities, Information System, 92, Article 101545, 2020.04
DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2020.101545

[13] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Third Smart City Master Plan, 2020.05

[14] W. S. Kwak, Change the plan of Sejong City 5-1 living area, http://www.sjsori.com 2020.06

심 홍 석(Hong-Souk Shim) [정회원]

- 2008년 2월 : 아주대학교 생명분자공학부 응용화학전공 (공학사)
- 2010년 2월 : 아주대학교 일반대학원 에너지학과 (경제학석사)
- 2017년 2월 : 아주대학교 일반대학원 산업공학과 (박사수료)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한국에너지공단 과장

〈관심분야〉
에너지정책, 4차산업, 스마트시티

이 성 주(Sung-Joo Lee) [정회원]

- 2002년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (공학사)
- 2007년 8월 : 서울대학교 일반대학원 산업공학과 (공학박사)
- 2008년 1월 ~ 2008년 12월 : 영국 캠브리지대 방문연구원
- 2009년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 산업공과 교수

〈관심분야〉
기술로드맵, 전략기획, 에너지기술정책

박 경 민(Kyeong-Min Park) [준회원]

• 2019년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 일반대학원 인공지능학과 석사재학

〈관심분야〉
정보경영, 정보통신

서 윤 규(Youn-Kyu Seo) [정회원]

• 2015년 8월 : 경북대학교 일반대학원 건설환경에너지공학부 건축공학전공 (공학박사)
• 2016년 9월 : 경북대학교 건설환경에너지공학부 Post.Doc.
• 2017년 5월 : The University of Sydney, Honorary Associate
• 2019년 5월 : 경북대학교 건설환경에너지공학부 Research Fellow
• 2019년 7월 : 경북대학교 건설환경에너지융합기술원 연구초빙교수
• 2019년 7월 ~ 현재 : 한국에너지공단

〈관심분야〉
건축환경설비, 에너지, 스마트시티

정 현 채(Hyun-Chae Jung) [정회원]

• 2004년 2월 : 홍익대학교 건축학과 (공학사)
• 2015년 3월 ~ 2017년 2월 : 고려대학교 경영학과 (경영학석사, MBA)
• 2005년 월 ~ 현재 : 한국에너지공단 건물에너지실 제로에너지팀장

〈관심분야〉
제로에너지건축, 에너지정책, 전략기획