

동적정보 기반 지자체 생활 SOC 관제 서비스모델 선정 연구

최우철, 윤준희*, 나준엽
한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부

A Study on Selection of Life SOC Control Service Model for Local Government based on Dynamic Information

Woo Chul Choi, Junhee Youn*, Joon Yeop Na
Department of Future & Smart Construction Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약 본 연구는 지자체에서 관제하는 동적정보를 기반으로 지자체 스마트도시통합운영센터 담당 공무원 대상 생활 SOC 관제 서비스모델 선정과정을 제시하였다. FGI를 통해 전반적인 서비스모델을 1차적으로 제시하였으며, AHP기법을 사용하여 우선순위를 선정하였다. 분석결과, 간선도로의 경우 교통정보 제공 및 사고 예방을 위한 도로혼잡정보와 돌발상황정보 서비스가 높게 평가되었으며, 이면도로에서는 보행안전에 위협이 되는 불법주정차, 돌발상황정보의 우선 순위가 상대적으로 높았다. 광역관제의 경우 재난, 범죄, 어린이 교통사고 등 최근 이슈가 되었던 사고 중심의 서비스모델 평가가 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 지자체 서비스모델 구축 및 관련 의사결정 시 본 연구는 유용한 자료로 활용될 것으로 기대된다.

Abstract This study presents a process of selecting a life SOC control service model. The model is based on dynamic information controlled by local governments for civil servants who are in charge of a smart city integrated operation center. In this study, the overall service model was presented through FGI, and priorities were selected using the AHP. As a result of the analysis, in the case of a main road, road congestion information and emergency situation information services for providing traffic information and preventing accidents were highly evaluated. On a side street, the priority was relatively high for illegal parking and information about unexpected situations that threaten pedestrian safety. In the case of wide area control, the evaluation was relatively high for service models centered on accidents, which have recently become issues and include disasters, crimes, and children's traffic accidents. Based on these results, it is expected that this study could be used as useful data when establishing a service model for local governments and making related decisions.

Keywords : Dynamic Information, Life SOC Control, Service Model Selection, AHP, FGI

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

사회간접시설(Social Overhead Capital, 이하 SOC)의 패러다임이 생산 기반시설에서 교통, 행정, 복지, 환

경 등의 국민생활 편익시설(이하 생활 SOC)로 확장하고 있다. 또한 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 AI, 빅데이터, 디지털트윈 등의 첨단기술의 등장으로, 생활 SOC의 AI 디지털화가 요구되고 있는 상황이다. 이러한 환경변화에 맞추어 국토교통부 및 한국건설기술연구원은 '차세대 디

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 RS-2022-00143782).

*Corresponding Author : Junhee Youn(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)
email: younj@kict.re.kr

Received October 17, 2022
Accepted December 7, 2022

Revised November 17, 2022
Published December 31, 2022

지털 국토정보 구축을 위한 고정/이동플랫폼 기반 동적 주제도 구축 기술 개발 연구'를 진행 중에 있다. 해당과제는 생활 SOC를 대상으로 CCTV, 공공 WiFi 등의 고정형 장비, 드론 등의 이동형 장비를 통해 도시 내 이동하는 객체와 변화하는 현상 등의 동적정보를 준실시간적 감지·추적하여 다양한 사회문제 해결을 위한 동적정보 주제도 구축 기술을 개발하고 있다. 차세대 디지털 국토정보 연구단은 해당 과제를 통해 생활 SOC에서의 동적정보를 수집·분석하고, 다양한 서비스 유형에서의 상황 예측 및 가시화 연구를 진행할 예정이다. 동적정보 연구는 주로 교통(ITS, 자율주행 포함), 방법 등의 개별연구로서 진행되고 있으나, 교통, 방법 뿐 아니라 재난, 환경, 시설물 관리 등 지자체 스마트도시통합운영센터에서 모니터링하는 전반적인 생활 SOC 관제대상을 포괄한 연구는 부족한 실정이다. 또한 한정된 지자체 예산 내에서 생활 SOC 관제대상을 선별하기 위한 의사결정 지원이 필요한 상황이다. 이에 본 논문에서는 지자체에서 관제하는 공간 및 서비스 분야와 동적정보 수집데이터 유형을 고려하여 생활 SOC 관제 서비스모형을 선정하는 연구를 진행하고자 한다. 이를 위해 1장 서론에서 동적정보, SOC 관련 선행연구를 고찰하고, 2장에서는 분석에 활용되는 주요기법인 AHP 방법론을 살펴본다. 3장에서는 동적정보 기반 지자체 생활 SOC 관제 서비스모형 선정 실증분석을 수행한 뒤, 이를 토대로 4장에서 연구결과 및 시사점을 정리하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 지자체 스마트도시통합운영센터에서 모니터링하는 간선도로, 이면도로, 그리고 이를 포함한 지자체 광역단위 관제 범위이다. 내용적 범위는 해당 공간적 범위 내에서 발생하는 동적정보 활용 서비스 분야의 생활 SOC 관제 서비스모형이다. 여기서의 동적정보는 교통상황변화, 보행자/차량 이동 및 교통밀도, 시설물의 변화 등 일시적으로 존재했다가 사라지는 공간정보를 의미한다.

연구방법은 첫째, 전문가와의 심층 면접조사(Focus Group Interview, 이하 FGI)를 통해 1차 서비스모형을 선정한다. FGI에서는 스마트도시통합운영센터에서 관제하는 공간의 특성과 서비스 분야 및 데이터 수집원, 그리고 데이터 유형을 고려하여 조사하였다. 둘째, 공간특성 및 분야, 평가기준 및 대안 등 계층구조를 설정한 뒤, 이를 토대로 계층분석법(Analytic Hierarchy Process, 이하 AHP) 서비스모형 평가를 수행하였다. 이를 통해 평가

기준 및 대안의 중요도 순위를 선정하여 지자체 스마트도시통합운영센터에서의 생활 SOC 관제 서비스모형 선정 의사결정을 지원하고자 한다(Fig. 1).

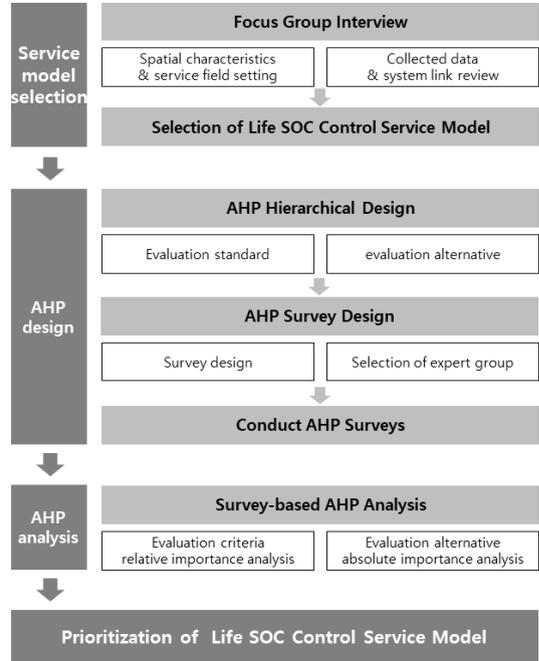


Fig. 1. Research Structure

1.3 선행연구 고찰

동적정보 활용 연구는 주로 자율주행, ITS 등 첨단교통 분야의 차량 객체를 대상으로 이루어지고 있다. 자율주행 관련하여 도로인프라 동적정보를 활용한 공사작업 구간 회피 자율협력 주행 시스템[1], 도심도로 자율협력주행을 위한 동적정보 플랫폼 기술[2] 및 동적정보 서비스 평가[3] 등이 진행되었다. 지능형 교통시스템(ITS) 관련하여 이동 노드 간 공간에 대한 정보를 효율적으로 관리하기 위한 동적 정보관리 시뮬레이션 연구[4], 실시간 차량정보 및 도로교통상황정보 기반의 실시간 안전정보 제공 연구[5]가 수행되었다. 세부 교통서비스 측면에서는 영상 및 레이더 장비가 설치된 스마트 도로조명시설을 통한 교통사고 전후 동적정보 제공 및 해제 전략 연구[6], 스쿨존에서의 차량 및 어린이를 대상으로 상황인식 시나리오 기반 객체분석 연구[7] 등이 수행되었다. 타 분야를 살펴보면, 방법분야의 경우 주로 CCTV 영상에서의 동적 객체 탐지 및 추적 연구가 진행되었으며[8,9], 재난 분야의 경우 딥러닝 기반 객체 인식과 최적 경로 탐색을 통한 멀티 재난 드론 시스템 개발 연구가 진행되었다

[10]. 이 밖에 동적정보와 공간정보의 매쉬업 성능 비교 연구[11], 관람자 추적정보 기반 동적 영상제어 시스템 개발 연구[12] 등 가시화 및 시스템 개발 연구가 진행되었다. 위 연구들은 AI 및 빅데이터 기반으로 동적 객체정보를 감지, 추적, 시스템화한 선행연구로서, 각 분야별 동적정보를 분석 고도화한 의의를 가진다. 하지만 해당 연구들은 개별 단위연구로 진행되었을 뿐 지자체 관계센터에서 모니터링하는 포괄적인 생활 SOC 서비스 전체가 고려되진 않았으며, 이 점이 본 연구의 차별성이라 할 수 있다.

본 논문의 주 연구방법론인 AHP를 활용하여 서비스 모델 선정한 연구는 다양한 분야에서 수행되고 있다. 교통분야의 경우 ITS 산업화 의사결정모델 개발[13], 대도시권 광역 교통 정책방향 설정[14], 통신호제여기의 교통대안 확정[15], 자율주행차량 도로환경 인식기술 지원[16] 등 교통분야 내에서도 다방면으로 AHP 기법을 활용한 연구가 수행되었다. 방법분야의 경우 CCTV[17,18], 지능형 방법서비스 어플리케이션 개발[19] 등이 수행되었으며, 재난분야 역시 공동주택 안전[20], 도시재난 위험요소[21] 등의 연구가 진행된 바 있다. 이를 토대로 본 연구에서는 자율협력주행, 교통정보, 스쿨존, 방법/안전 등 각 연구의 분석대상을 서비스모델 선정 시 참조할 수 있었다.

SOC 관련 시설을 대상으로 한 연구를 살펴보면, 교량, 터널, 항만과 같은 사회간접자본시설과 발전/전력, 송변전시설과 같은 에너지/공업시설 등 국가 주요시설물을 대상으로 AHP 중요도평가 시스템을 개발 연구가 진행되었다[22]. 생활 SOC를 대상으로 한 AHP 분석 연구도 진행된 바 있다[23]. 해당연구는 중소도시를 대상으로 교통, 생활편의, 의료, 교육 등의 마을(도보) 단위의 요인과, 문화, 체육, 의료, 학습 등의 지역거점(차량) 단위의 요인을 평가 대상으로 설정하였다. 하지만 SOC 관련 연구의 경우 평가항목들이 다종다양한 시설 및 분야를 대상으로 평가함에 따라 실질적인 의사결정 지원보다는 학술적 의의에 초점을 두고 있다. 본 연구는 지자체마다 설치되어 있는 스마트도시통합운영센터에서 모니터링되는 생활 SOC 관계 서비스를 평가항목으로 설정하여 보다 실질적인 의사결정 지원이 가능한 차별성을 가진다.

2. 방법론

본 연구는 실제 지자체에 해당 서비스모델을 도입하는

의사결정 지원을 위해 체계적이고 합리적인 의사결정기법으로 검증된 AHP를 채용한다. 본 연구는 CCTV, 드론 등으로부터 수집되는 동적정보를 활용하여 지자체의 생활 SOC 관계 서비스모델을 선정하는데 의의가 있다. 이를 위해 지자체 스마트도시통합운영센터 담당 공무원을 대상으로 설문조사 및 서비스모델 선정 AHP 분석을 수행하였다.

Saaty(1983)에 의해 개발된 AHP는 의사결정 계층구조 구성요소 간 쌍대비교를 토대로 평가자의 경험, 지식에 대한 포착이 가능한 기법이다[24]. AHP는 복잡한 상황의 구조화가 가능하고 일관성 검증을 통해 과학적인 우선순위 도출이 가능하다. AHP 분석과정은 총 여섯 개의 과정으로 이루어진다. 첫째, 브레인스토밍 기반의 문제 정의와 요구사항을 명확히 한다. 둘째, 의사결정 사항의 문제 정의 및 이를 구성하는 주요 속성을 계층화 한다. 셋째, 의사결정자 평가를 기반으로 상위, 하위계층요소간 쌍대비교를 통해 행렬을 작성한다. 넷째, 비교행렬로부터 항목간 상대적가중치를 산정한 뒤, 평균 무작위지수(Random Index, 이하 RI) 기반 일관성을 검토한다. 다섯째, 산정된 가중치에 대한 종합적인 우선순위를 결정한다. 여섯째, 평가결과를 총괄적으로 일관성 검토한다[25,26]. 본 연구 역시 위 단계별 과정을 준용하여 실증분석하였다. 이 중 3단계인 쌍대비교 시 본 연구에서는 9점척도 기반으로 상대적 중요도 정도를 측정하였다. 쌍대비교 시 2개의 요소를 비교할 때 ‘동등하게 중요’부터 ‘절대적으로 중요’까지 연속적 차이인 등간척도 개념이 적용된다. 입력자료는 어의적 판단에 대응하는 수치인 1, 3, 5, 7, 9로 변환하여 입력하였으며, 2, 4, 6, 8은 1, 3, 5, 7, 9 사이의 중간 정도의 중요도를 나타낸다. 중요도가 반대의 경우 그 역수를 입력한다. AHP 분석을 위한 수식은 아래와 같다[19,27]. 먼저 상대적중요도 분석을 위한 쌍대비교 matrix에서의 행렬 A를 Eq. (1)과 같이 구성한다. 행렬 A의 행과 열은 상대적중요도를 평가받는 요인이며, 동일요인일 경우 가중치가 1로 산정된다. 행렬 작성 예를 들면, 서로 다른 항목이 평가되어 산정된 a_{12} 는 Eq. (2)와 같이 역수를 취하여 a_{21} 가 산정된다.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, a_{ij} = 1 \quad (2)$$

평가항목 간 상대적 중요도를 산정하기 위해 고유벡터 방법을 활용하였다. 한 계층 내 비교대상이 n개일 때 상대적중요도를 $w_i (i = 1, \dots, n)$ 라고 하면, 쌍대비교행렬에서의 a_{ij} 는 Eq. (3)과 같이 추정 가능하다.

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} (i, j = 1, \dots, n) \quad (3)$$

행렬에서의 상대적중요도 평가값의 합산값인 $\sum_j^n a_{ij}$ 와 상대적중요도 가중치(w) 등 행렬의 모든 요소를 표현하면 Eq. (4)로 나타낼 수 있다.

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j = n \cdot w_i \quad (4)$$

$(i, j = 1, \dots, n)$

Eq. (4)는 선형대수학에서의 고유치 문제와 같다. Eq. (1) 행렬에서의 원소 값들을 Eq. (3)을 적용하였으며, 이는 곧 요소 a_{ij} 로 되어 있는 행렬 A는 Eq. (5)로 나타낼 수 있다. 고유치 방법에 의해 Eq. (6)이 성립된다.

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_3} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \frac{w_3}{w_3} & \dots & \frac{w_3}{w_n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \frac{w_n}{w_3} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$A \cdot w = n \cdot w \quad (6)$$

여기서 $w_i (i = 1, \dots, n)$ 는 i 번째 항목 가중치이며, 해당 행렬은 $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ 와 같이 역수행렬이 된다. $n \times n$ 의 쌍대비교 행렬 A에 대하여 Eq. (7)의 관계가 성립되는 λ 와, 그에 대응하는 $n \times 1$ 의 고유벡터 $W = [w_i]$ 에서 $\sum W_j = 1$ 을 만족하는 정규화된 고유벡터가 상대적 가중치로 산정된다.

$$AW = \lambda W \quad (7)$$

종합 가중치 설정을 위해서는 대안들의 우선순위를 산정하는 복합중요도 벡터를 Eq. (8)과 같이 산정한다. 여기에서 $C[1, k]$ 는 첫 번째 계층에 대한 k 번째 계층요소의 종합가중치이며, B_i 는 추정된 w 벡터가 구성되는 행을 포함하는 $n_{i-1} \cdot n_i$ 행렬이며, n_i 는 i 번째 계층의 요소 개수이다.

$$C[1, k] = \prod_{i=2}^k B_i \quad (8)$$

3. 실증 분석

3.1 서비스모델 선정

지자체 생활 SOC 관제 1차 서비스모델 선정을 위해 관련 전문가를 대상으로 FGI를 수행하였다. FGI는 관련 선행연구가 부족하거나 새로운 관점에서의 해결방안 발굴이 필요할 때 활용된다[28]. 특히, FGI는 본 연구에서 처럼 다양한 분야에서의 종합적인 관점 및 통찰력을 필요로 할 때 매우 유용한 의사결정 지원 방법이다. 이를 위해 본 연구는 지자체 관제센터 담당 공무원, 공간정보 및 영상분석, 시스템 통합 기업, 연구단 연구진 등 7명의 전문가를 본 FGI 전문가그룹으로 구성하였다. FGI 초반에는 지자체 관제센터 담당 공무원을 중심으로 동적정보 기반 생활 SOC 관제를 위한 공간 특성, 서비스 분야, 데이터 수집원에 대해 집중 토론하였다. 그 결과, 간선도로, 이면도로, 광역관제 등 3개의 공간특성으로 분류한 뒤, 도로/교통, 도로관리, 보행 안전, 시설물 안전 등 각 공간별 서비스 분야를 도출할 수 있었다. 이후 CCTV, IoT 센서, 드론 등 데이터 수집원에 따른 수집 데이터 유형을 정리하였다. 수집 데이터 유형은 크게 보행자, 차량, 이륜차, 자전거, 공유 모빌리티(전동 킥보드 등) 등 이동형 객체, 도로 노면, 도로 시설물, 불법가설물 등의 고정형 객체, 통신사 데이터, 버스 및 택시 운행 데이터 등 정적 데이터로 분류할 수 있었다. 마지막으로 ITS 시스템, 방법 모니터링 시스템 등 기존 지자체에서 운영 중인 시스템과의 연계를 고려하여, 공간특성 및 서비스 분야별 최종 17개 생활 SOC 관제 서비스모델을 설정하였다(Table 1).

간선도로 서비스 모델로는 도로/교통 및 도로관리 분야에서 총 여섯 개의 모델이 도출되었다. 도로/교통의 경우 차선별 혼잡구간 및 영향권을 분석하는 도로혼잡정보와 돌발상황정보, 간선도로에서의 공사구간 모니터링 서

비스가 도출되었다. 도로관리의 경우 도로노면의 파손 및 기상 위험 정보, 도로시설물 관리 서비스가 도출되었다. 이면도로에서는 보행안전, 시설물 안전 분야에서 총 여섯 개의 서비스 모델이 도출되었다. 보행안전의 경우 이면도로에서의 돌발상황, 불법주정차, 보행자 이상행동 모니터링 서비스가 도출되었으며, 시설물 안전의 경우 불법 가설물 등 도로 불법점용 모니터링, 건물 안전상태 정보, 화재발생정보 감지 서비스가 도출되었다. 광역관계 서비스 모델로는 보행환경, 도시안전 측면에서의 총 다섯 개의 서비스가 도출되었다. 보행환경의 경우 광역기반 보행환경, 스쿨존 보행안전, 생활권 미세먼지 분석 정보 서비스가 도출되었다. 방법/안전의 경우 범피안전 지도, 저지대 침수정보 서비스가 도출되었다.

Table 1. Life SOC control service model

Space	Service topic	Life SOC Service Model	
Main road	Road/Transportation	A-1	Road congestion info.
		A-2	Emergency situation info.
		A-3	Construction section info.
	Road management	B-1	Road surface damage info.
		B-2	Road surface weather info.
		B-3	Road facility management
Side street	Pedestrian safety	C-1	Unexpected situation info.
		C-2	Illegal parking info.
		C-3	Abnormal behavior monitoring
	Facility safety	D-1	Road illegal occupation info.
		D-2	Building safety status info.
		D-3	Fire info.
Wide area control	Pedestrian environment	E-1	Pedestrian environment analysis info.
		E-2	School-Zone analysis info.
		E-3	Fine dust analysis info.
	Crime prevention/safety	F-1	Crime safety map
		F-2	Inundation info.

3.2 AHP 분석

본 연구는 지자체 관계센터에서의 생활 SOC 서비스 모델 선정과정으로서 담당 공무원 설문 기반 AHP 분석을 수행하였다. 평가기준은 지자체의 하향식 관점에서 관계 서비스를 도입하는 특성을 고려하여 1차적으로 서비스모델을 분류했던 공간특성과 서비스분야로 설정하였다. 이후 서비스모델 대안을 평가하는 기준은 설문의 이해도 및 용이성을 고려하여 단일기준인 서비스 효과성으로 설정하였다. 이에 따른 최종 계층구조를 살펴보면, 1계층은 최종목표인 생활 SOC 관계 서비스모델 선정이며, 2계층과 3계층은 공간특성 및 서비스분야로서 AHP의 상대적 중요도 평가의 대상이다. 4계층은 서비스 효과성에 대한 17개의 생활 SOC 관계 서비스모델 평가 대안으로 최종 설정하였다(Fig. 2).

본 연구는 스마트도시통합운영센터에서 생활 SOC 관계 서비스모델을 운영함을 가정함에 따라, AHP의 설문 대상을 지자체 관계센터 담당 공무원으로 설정하였다. 2022년 8월 8일부터 8월 19일까지 대략 10일간 기초지자체 스마트도시통합운영센터 업무를 담당하는 공무원 26명을 대상으로 이메일을 통한 온라인 방식으로 설문을 진행하였다. 응답자는 스마트정보과, 시민안전과, 정보통신과 등 지자체 관계센터를 운영하는 부서에서 근무하고, 팀장급 8명, 주무관급 18명으로 구성되며, 근무연수는 평균 13.4년이다. 평가자가 실제 관련 서비스를 선정·운영함에 따라 본 연구 및 설문에 대한 이해도가 매우 높았으며, 분석결과의 신뢰도 향상을 도모할 수 있었다. AHP 연구에서는 응답자 수가 적더라도 전문성 및 논리 일관성이 전제될 경우 표본의 크기는 문제되지 않는다 [29]. 분석도구로는 Microsoft Office Excel 2019를

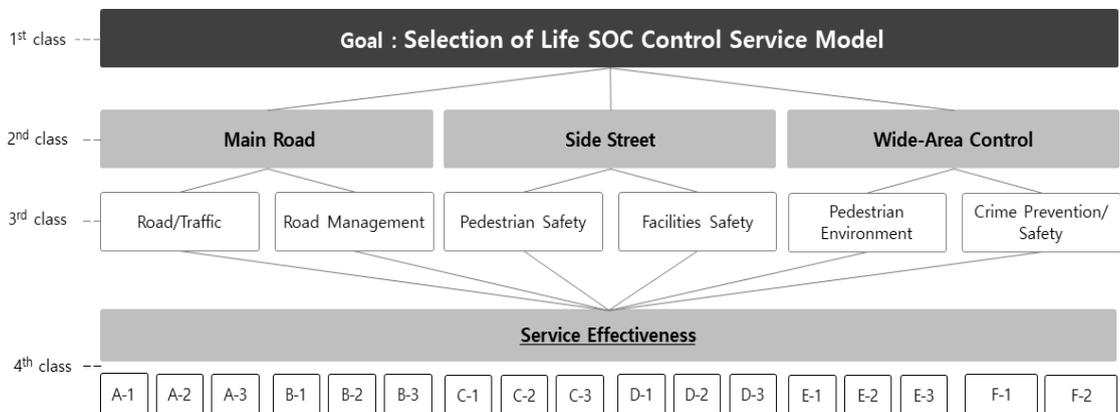


Fig. 2. Hierarchical Structure

활용하였다.

AHP 분석에 앞서 설문 일관성 검증작업을 수행하였다. 일관성 비율(Consistency Ratio, 이하 CR)은 비교행렬 CI와 n크기에 따라 산정되며, 다수의 비교행렬 CI의 평균 무작위지수(Random Index)를 이용하여 산출된다[29]. 일반적으로 CR이 0.1보다 작으면 일관성이 양호하며, 0.1~0.2 수준도 큰 문제가 없다고 판단한다. 본 분석에 활용된 26개 표본의 CI는 0.051로 매우 양호한 일관성을 나타냈다.

계층구조 중 2~3계층인 공간 특성 및 서비스 분야에 대한 평가기준 상대적 중요도 분석을 수행하였다. 상위 항목인 공간 특성의 경우 이면도로의 상대적중요도가 0.349로 가장 높았으며, 광역관제(0.336), 간선도로(0.315) 순으로 나타났다. 보행자 중심인 이면도로 모니터링에 대한 중요도가 높게 평가된 것으로 판단된다.

하위항목을 살펴보면, 간선도로의 경우 도로/교통이 1순위(0.612), 도로 관리가 2순위(0.388)로 분석되었다. 간선도로에서 발생하는 도로혼잡, 돌발상황 등의 이동객 체 분석 서비스가 도로 노면, 도로 시설물 등 고정객체 분석 서비스보다 중요하다는 평가로 해석할 수 있다. 이면도로의 경우 보행안전 서비스(0.665)가 시설물 안전(0.335)보다 상대적으로 매우 높은 평가를 받았다. 이면도로에서의 불법주정차, 이륜차, 전동킥보드 등 보행안전에 위협되는 이동객체에 대한 모니터링 요구가 반영된 것으로 판단된다. 광역관제의 경우 방법/안전 서비스(0.599)가 1순위, 보행환경(0.401) 서비스가 2순위로 분석되었다. 광역적 관제 관점에서는 범죄, 재난상황에서의 공간적 분석과 이를 기반으로 한 의사결정 지원 서비스의 요구가 반영된 것으로 해석된다. 상위항목과 하위항목의 가중치를 곱하여 산정된 최종 가중치의 경우 이면도로의 보행 안전 서비스가 0.232로 타 서비스보다 월등히 높게 분석되었다. 주로 보차혼용도로인 경우가 많은 이면도로에서의 보행안전을 위협하는 타 교통수단, 범죄, 무단 쓰레기 투기 등에 대한 모니터링 및 대응방안 모색이 필요할 것으로 판단된다. 이어서 광역관제의 방법/안전(0.201), 간선도로의 도로/교통(0.193) 순으로 나타났다. 광역관제의 보행환경(0.135), 간선도로의 도로 관리(0.122), 이면도로의 시설물 안전(0.117)은 상대적으로 낮은 가중치를 나타냈다(Table 2).

계층구조의 마지막 단계인 4계층 대안평가의 경우 서비스 효과성에 대한 리커드 5점척도 기반 절대적중요도 분석을 수행하였다. 각 서비스모델별 효과성 설문평가를 기반으로 앞서 산정한 평가기준 상대적 중요도 가중치를

Table 2. Result of relative importance

Class A		Class B		
Space	Weight (rank)	Service topic	Weight (rank)	Final importance (rank)
Main road	0.315 (3)	Road/Transportation	0.612 (1)	0.193 (3)
		Road management	0.388 (2)	0.122 (5)
Side street	0.349 (1)	Pedestrian safety	0.665 (1)	0.232 (1)
		Facility safety	0.335 (2)	0.117 (6)
Wide area control	0.336 (2)	Pedestrian environment	0.401 (2)	0.135 (4)
		Crime prevention/safety	0.599 (1)	0.201 (2)

적용하여 최종 의사결정값(Decision Value, 이하 DV) 및 순위를 산출하였다. 그 결과, 상대적중요도 가중치가 높았던 이면도로의 보행을 위협하는 불법주정차정보(C-2, DV : 0.960)와 돌발상황정보(C-1, DV : 0.934) 서비스가 최상위권으로 선정되었다. 보행자의 군집, 배회, 쓰레기 투기 등의 이상행동을 모니터링하는 서비스(C-3, DV : 0.693) 역시 전체 17개 서비스 중 상위권인 7위에 선정되었다. 해당 서비스들은 주로 지자체 CCTV 영상을 기반으로 서비스 제공이 가능하다. 역설적으로 이는 곧 CCTV 사각지역에서는 보행안전 위협요인을 모니터링하기가 어렵다는 의미이다. CCTV 외 드론, IoT 장비 등을 활용하여 음영지역까지 분석 가능하도록 기술 개발을 확장할 필요가 있다. 한편 이면도로에서의 도로 불법점용 모니터링, 건물 안전상태정보 등의 시설물 안전 서비스는 하위권으로 형성되었다.

간선도로의 도로/교통 서비스 역시 대체적으로 상위권을 형성하였다. 특히 차선별 혼잡구간의 위치와 발생 시간, 도로혼잡 영향권을 분석하는 도로혼잡정보 서비스(A-1, DV : 0.850)와 사고, 무단횡단, 법규위반 등을 관제하는 돌발상황정보 서비스(A-2, DV : 0.813)가 높은 DV값을 나타냈다. 해당 도로혼잡 및 돌발상황정보는 자율주행 서비스 상용화 시 안전 확보에 핵심이 되는 분석 정보이므로, 신뢰성을 확보하기 위한 기술수준 향상, 오 탐률 최소화 등의 노력이 적극적으로 이루어져야 한다. 시간별로 변동되는 도로 공사구간 정보 모니터링(A-3, DV : 0.747) 역시 전체 6순위로 선정되었다. 간선도로의 경우 지자체의 ITS 시스템을 기반으로 교통상황 모니터링 및 교통정보를 분석하고 있으나, 현재 활용되는 ITS CCTV 수집자료만으로는 부족한 실정이다. 빅데이터 분석용 지능형 ITS CCTV, 드론 등을 활용하여 차선

별 교통정보, 자동차전용구간에서의 이륜차 불법주행 모니터링, 실시간 공사구간 및 건설차량 정보 등 교통안전 을 위한 보다 세부적이고 고도화된 교통정보 제공이 필 요할 것으로 판단된다. 포트홀, 차선별 노후도 등을 분석 하는 도로노면 파손위험정보(B-1, DV : 0.493)는 10순 위, 도로시설물 관리(B-3, DV : 0.465), 도로노면 기상 위험정보(B-2, DV : 0.426) 서비스는 하위권으로 나타 났다.

광역관제에서는 최근 태풍, 폭우에 따라 큰 이슈가 되 었던 침수사고 관련 저지대 침수정보(F-2, DV : 0.801) 와 주민 불안감 해소, 생활안전 및 범죄안전 개선 등을 위한 범죄안전지도(F-1, DV : 0.684), 스쿨존 보행환경 분석정보 서비스(E-2, DV : 0.535)가 같은 카테고리 안 에서 상대적으로 높게 평가되었다. 광역단위의 관제는 개별 CCTV 및 국부적 드론 모니터링보다는 지역별 공 간분석을 통한 축적된 데이터를 기반으로 정책적 의사결 정을 지원하는데 의의가 있다. CCTV, 드론 뿐 아니라 시민들의 통신, 카드 데이터와 같은 정적데이터를 충분 히 활용하여 데이터 융·복합화를 통한 공간정보 분석이 필요할 것으로 판단된다. 한편 광역단위에서의 보행환경 분석(E-1, DV : 0.482), 생활권 미세먼지 분석정보(E-3, DV : 0.386) 서비스는 하위권을 형성하였다(Table 3).

Table 3. Result of alternative evaluation

Space	Service topic	Service Model Code		
		Code	Decision Value	Rank
Main road	Road/ Transportation	A-1	0.850	3
		A-2	0.813	4
		A-3	0.747	6
	Road management	B-1	0.493	10
		B-2	0.426	15
		B-3	0.465	12
Side street	Pedestrian safety	C-1	0.934	2
		C-2	0.960	1
		C-3	0.693	7
	Facility safety	D-1	0.436	14
		D-2	0.375	17
		D-3	0.455	13
Wide area control	Pedestrian environment	E-1	0.482	11
		E-2	0.535	9
		E-3	0.386	16
	Crime prevention/safety	F-1	0.684	8
		F-2	0.801	5

4. 결론

본 연구는 지자체에서 관제하는 동적정보 수집원 및 데이터 유형을 고려하여 지자체 스마트도시통합운영센터 담당 공무원을 대상으로 한 전문가 설문 AHP 분석 기반 생활 SOC 관제 서비스모델 선정과정을 제시하였다. FGI 를 통해 전반적인 서비스모델을 1차적으로 제시하였으며, AHP기법을 사용하여 공간 특성 및 서비스 분야에 대 한 평가기준 상대적 중요도와 서비스모델 대안 평가를 수행하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다. 서비스모델은 지자 체 스마트도시통합운영센터에서 관제하는 공간특성을 고 려하여 간선도로, 이면도로, 광역관제로 대별되었으며, 각 공간특성별로 간선도로는 도로/교통 및 도로관리, 이 면도로는 보행안전, 시설물안전, 광역관제는 보행환경, 방법/안전 등 서비스분야에 따라 세분화하였다. 이를 기 반으로 항목 계층화작업 및 AHP 분석을 수행하였다. 서 비스모델 평가 결과, 전반적으로 이면도로의 보행안전과 간선도로에서의 도로/교통 서비스가 높은 평가를 받았 다. 이면도로의 경우 보행안전에 위협이 되는 불법주정 차 정보, 돌발상황정보가 높은 평가를 받았다. 이면도로 의 경우 시민 생활권임에 따라 기존 CCTV 인프라를 최 대한 활용하여 보행자의 교통안전 뿐 아니라 범죄, 재난 등을 사전에 예방하고, 사고 발생 시 이동객체를 실시간 추적하여 골든타임을 지킬 수 있는 대응체계가 필요할 것으로 판단된다. 간선도로에서는 차선별 혼잡구간의 위 치 및 발생시간 등을 분석하는 도로혼잡정보와 도로에서 의 사고를 유발하는 돌발상황정보, 공사구간 정보 등 전 반적인 도로/교통 서비스의 의사결정값이 높게 나타남에 따라 서비스모델 선정 시 우선순위에 반영해야 될 것으 로 판단된다. 특히, 간선도로의 경우 한 번의 사고가 대 형 인명피해로 이어질 수 있기에 실시간적 예측 및 이벤 트 상황에서의 즉각적인 대응체계가 함께 고려되어야 한 다. 광역관제의 경우 재난(저지대 침수정보), 범죄(범죄 안전지도), 어린이 교통사고(스쿨존 보행환경 분석정보) 등 최근 이슈가 되었던 사고 중심의 서비스모델 평가가 상대적으로 높게 나타났다. 광역관제의 주요 서비스들은 시 전체차원에서의 공간별 주요 시설 선정 및 관련 정책 의사결정 지원에 도움이 될 것으로 판단된다. 이러한 연 구결과를 바탕으로 지자체 스마트도시통합운영센터가 동 적정보 기반의 생활 SOC 서비스를 선정하는 의사결정 상황에서의 참조자료로 활용될 것으로 기대된다.

본 논문을 통한 시사점을 정리하면 다음과 같다. 본

연구는 실제 지자체에서 운용 가능한 동적정보를 고려하여 스마트도시통합운영센터 기반 생활 SOC 관제 서비스 선정 프로세스를 제시하였고, 서비스 운영 및 선정에 관여하는 관제센터 공무원을 전문가그룹으로 구성하였기에 연구의 실용적 의미를 함께 갖는다. 또한 지자체에서 관제하는 공간범위 및 수집 데이터를 총괄적으로 검토하였기에 주로 분야별 연구만을 수행한 기존 논문과의 차별성을 갖는다. 본 연구결과를 바탕으로 지자체 서비스모델 구축 시 본 연구는 유용한 자료로 활용될 것으로 기대된다. 하지만 본 연구는 한계도 분명 존재한다. 앞서 언급했듯이 연구 전반적으로 지자체에 초점이 맞춰짐에 따라 실용적 의미를 갖는 장점도 있지만, 실제 서비스모델을 구축, 개발, 운영 및 유지관리하는 민간기업의 의견이 반영되지 못하였다. 또한 공간특성별 세분화하거나 고도화할 공간 및 동적정보 활용방안을 도출하였으나, 후속 연구에서는 보다 구체적인 전략이 제시되어야 할 것으로 판단된다. 방법론적으로는 평가기준을 서비스모델 분류 기준인 공간특성과 서비스분야로 설정하였기에, 해당 가중치의 영향에 따라 세부 서비스모델 평가가 일부 편향되는 결과를 초래했다. 이를 개선하고 생활 SOC 관제 서비스모델의 실질적 적용, 운영방안, 정책적 지원방안 등 후속연구가 지속적으로 진행되어 국민들이 보다 편리하고 안전한 생활을 영위하는데 도움이 되길 기대한다.

References

- [1] S. H. Kim, J. K. Lee, S. B. Yu, K. H. Jeong, J. T. Park, "Cooperative Automated Vehicle System for Avoiding Road Work Zone Using Dynamic Infrastructure Information", *Transactions of KSAE*, Vol.28, No.3, pp. 167-177, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.7467/KSAE.2020.28.3.167>
- [2] C. G. Roh, H. S. Kim, "Dynamic information platform for connected automated driving at the urban road", *Transportation Technology and Policy*, Vol.16, No.6, pp. 71-78, 2019.
- [3] C. G. Roh, H. S. Kim, I. J. Im, "Evaluation of LDM (Local Dynamic Map) Service Based on a Role in Cooperative Autonomous Driving with a Road", *Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, Vol.21, No.1, pp. 258-272, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.12815/kits.20.21.1.258>
- [4] K. C. Cho, "Dynamic Interest Management in Web Simulation for Intelligent Transportation System", *Journal of the Korea Society for Simulation*, Vol.28, No.2, pp. 15-22, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.9709/JKSS.2019.28.2.015>
- [5] H. G. Ko, J. S. Lee, J. H. Kim, "A Study on Provision of Real-Time Safety Information Considering Real-Time Vehicular Data and Road Traffic Condition", *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol.32, No.4, pp. 291-303, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.12652/Ksce.2012.32.4D.291>
- [6] G. S. Jeon, T. W. Kim, H. M. Lee, J. A. Jang, "Dynamic Traffic Information Provision and Dismissal Strategy for Before and After Traffic Incident", *Journal of the KIECS*, Vol.16, No.5, pp. 867-877, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2021.16.5.867>
- [7] J. Y. Song, "A study for object analysis based on context awareness scenario", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.15, No.5, pp. 3153-3158, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.5.3153>
- [8] S. J. Park, k. Cho, J. H. Im, M. C. Kim, "Location Tracking and Visualization of Dynamic Objects using CCTV Images", *Journal of Cadastre & Land InformatiX*, Vol.51, No.1, pp. 53-65, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.22640/lxsiri.2021.51.1.53>
- [9] S. J. Park, k. Cho, J. H. Im, M. C. Kim, "Dynamic object detection and tracking technology trends in CCTV images", *Review of Korean society for internet information*, Vol.18, No.1, pp. 39-43, 2017.
<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchArticle.do?cn=JAKO201731063182960>
- [10] J. H. Kim, T. H. Lee, Y. Han, H. J. Byun, "A Study on the Design and Implementation of Multi-Disaster Drone System Using Deep Learning-Based Object Recognition and Optimal Path Planning", *KIPS Transactions on Computer and Communication Systems*, Vol.10, No.4, pp. 117-122, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.3745/KTCCS.2021.10.4.117>
- [11] J. W. Kang, M. S. Kim, "A Comparative Study on Mashup Performance of Large Amounts of Spatial Data and Real-time Data using Various Map Platforms", *Journal of Cadastre & Land InformatiX*, Vol.47, No.2, pp. 49-60, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.22640/lxsiri.2017.47.2.49>
- [12] S. Y. Lim, "Movable Image Control System using User's Tracking Information", *Journal of Digital Design*, Vol.15, No.1, pp. 431-438, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.17280/jdd.2015.15.1.041>
- [13] Y. H. Cho, "A Study on the Application of AHP Method for Decision-Modeling of ITS policy", *Journal of The Korean Cadastre Information Association*, Vol.9, No.2, pp. 21-33, 2007.
UCI: G704-001869.2007.9.2.009
- [14] H. S. Song, H. G. Sung "A Study on Establishing Directions of Metropolitan Transportation Policies Using the AHP Method", *Journal of Korea Planning Association*, Vol.45, No.1, pp. 171-184, 2010.
UCI: G704-000338.2010.45.1.007
- [15] H. S. Jin, "A Method of Conclusion of Traffic Control Signal Proposal using Fuzzy nalytic Hierachy Process",

- Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.9, No.6, pp. 1592-1598, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2008.9.6.1592>
- [16] J. H. Park, D. G. Yun, "The recognition prioritization of road environment for supporting autonomous vehicle", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.2, pp. 595-601, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.2.595>
- [17] Y. S. Moon, "A Study on the Installation of CCTV for Crime Prevention-Focused on Busan Metropolitan City", *The Korean Journal of Local Government Studies*, Vol.20, No.4, pp. 115-140, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.20484/klog.20.4.6>
- [18] M. S. Yang, "A study on the importance and priority analysis of Integrated Standardization Guidelines for Crime Prevention CCTVs", *The Police Science Journal*, Vol.11, No.3, pp. 129-147, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.16961/polips.2016.11.3.129>
- [19] W. C. Choi, J. Y. Na, "A Method on the Implementation of Intelligent Security Service Application based on Spatial Information", *Spatial Information Research*, Vol.23, No.6, pp. 89-98, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.12672/ksis.2015.23.6.089>
- [20] Y. I. Ji, S. H. Shin, B. J. Choi, "A Study on the Improvement of the Safety and Safe Living Standards of Apartment Houses through AHP Analysis", *Journal of The Korean Society of Disaster Information*, Vol.17, No.2, pp. 289-305, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.15683/kosdi.2021.6.30.289>
- [21] K. S. Lee, T. H. Kim, H. G. Kang, J. G. Jeong, "A Study on Selection of the Risk factors for Urban Disaster of Deajeon Metropolitan City using Delphi and AHP", *Crisisonomy*, Vol.11, No.4, pp. 69-84, 2015.
<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artid=ART01989635>
- [22] J. W. Park, S. Kim, "Development of Importance Evaluation System for National Major Infrastructures using AHP Method", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol.15, No.8, pp. 532-543, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.08.532>
- [23] D. W. Kim, D. H. Han, M. S. Lee, "An Evaluation of the Importance of Living SOC Major Indicators in Small and Medium Sized Cities Using AHP", *JOURNAL OF THE KOREAN INSTITUTE OF RURAL ARCHITECTURE*, Vol. 22, No. 4, pp. 35-42, 2020.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14577/kirua.2020.22.4.35>
- [24] T. Saaty, "Priority Setting in Complex Problems", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.30, No.3, pp. 140-155, 1983.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.1983.6448606>
- [25] W. C. Choi, T. H. Kim, "Study on Realistic Disaster Management Service Implementation Plan : Focusing on Differential Views in Public and Private Experts", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.21, No.6, pp. 625-633, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.6.625>
- [26] W. C. Choi, J. Y. Na, "Relative Importance for Security Systems of Crime-Zero Zone based on spatial information", *Spatial Information Research*, Vol.24, No.1, pp. 11-20, February, 2016.
UCI: G704-000574.2016.24.1.004
- [27] J. H. Jeong, J. S. Kim, Y. J. Kim, J. H. Lee, "Development of CTP Selection Methodology of Semiconductor Equipment Line Using AHP and Fuzzy Decision Model", *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Vol.20, No.2, pp. 6-13, 2021.
- [28] S. W. Park, W. J. Lee, "Improvement of Management of Long-Term Care Facilities Through FGI", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol.19, No.1, pp. 587-597, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.01.587>
- [29] C. B. Kim, W. H. Hong, Y. B. Jo, J. D. Kim, "Extraction of Evaluation Criteria on Technology and Service Related to Smart Grid and Analysis of Relative Importance among Evaluation Criteria by AHP Method", *Korea Environmental Policy And Administration Society*, Vol.21, No.3, pp. 127-144, 2013.
<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchArticle.do?cn=ART001810712>

최 우 철(Woo-Chul Choi)

[정회원]



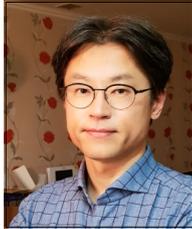
- 2011년 2월 : 가천대학교 도시계획학과 (공학석사)
- 2021년 8월 : 가천대학교 도시계획학과 (공학박사)
- 2015년 5월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

〈관심분야〉

도시계획, 공간정보, 스마트시티

윤 준 희(Jun-hee Youn)

[종신회원]



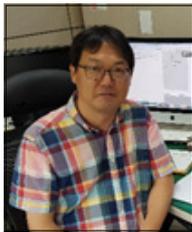
- 1998년 8월 : 연세대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2006년 8월 : Purdue University, Dept of Civil Eng. (Engineering Ph.D)
- 2007년 5월 ~ 2012년 1월 : 삼성 SDS 수석컨설턴트
- 2012년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

<관심분야>

GIS, Feature Extraction, Computer Vision

나 준 엽(Joon-Yeop Na)

[정회원]



- 1999년 2월 : 서울대학교 대학원 농공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 서울대학교 대학원 농업시스템공학 (공학박사)
- 2001년 11월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

<관심분야>

공간정보, BIM/GIS, 스마트시티