

빅데이터와 인공지능 기술 도입에 관한 도시계획 분야 직종 간 인식 분석

제민희¹, 정승현^{2*}

¹한국건설기술연구원 건설산업진흥본부, ²한국건설기술연구원 건축연구본부

Awareness Analysis of Urban Planning Professionals on Big Data and AI Adoption

Min Hee Je¹, Seung Hyun Jung^{2*}

¹Construction Industry Promotion Department, Korea Institute of Civil engineering and building Technology
²Department of Building Research, Korea Institute of Civil engineering and building Technology

요약 사회 전반에 디지털 전환을 위한 움직임이 일어나면서, 도시계획 분야에서도 빅데이터 및 인공지능 기술 도입의 중요도가 높아지고 있다. 기존 도시계획 분야 연구에서 한계점으로 지적되었던 자료구축의 한계, 해상도 제한, 정밀성의 부족 등이 최근 기술 발전으로 극복되면서 도시계획 분야에서도 빅데이터와 인공지능의 적극적인 활용에 대한 논의가 시작되었다. 이러한 기술 도입의 필요성은 인지되고 있지만, 중장기적인 시각에서 어떠한 기술을 우선적으로 도입해야 하는지, 기술 사용의 수요자에 따라 관점이 어떻게 다르게 나타나는지 등에 대한 고려가 부족한 상황이다. 이에 도시계획 분야 빅데이터와 인공지능 기술 도입에 관한 연구를 위해 도시계획 분야 전문가인 공무원, 공공기관, 도시계획 엔지니어링을 대상으로 기술의 필요성, 시급성, 실현 가능성에 대해 직종 간 인식을 분석하여 기술 적용의 시사점을 도출하였다. 그 결과, 도시계획 분야에서 기술 도입의 중요성을 확인할 수 있었고, 기술 도입의 우선순위, 요인별 인식 차이를 확인할 수 있었다.

Abstract Given the impetus afforded to the digital transformation of society, it is becoming increasingly important to introduce big data and artificial intelligence (AI) technology in urban planning. Urban planning research has traditionally identified data compilation, resolution, and precision limitations as critical constraints. However, recent technological advancements have effectively addressed these challenges and initiated discussions about the proactive integration of big data and artificial intelligence. Although the necessity for technological adoption is acknowledged, there is a current lack of consideration of the prioritization of specific technologies in the medium to long term and inadequate understanding of how perspectives may diverge based on the demands of technology users. This paper aimed to fill this gap by investigating the sequential introduction of technologies in urban planning and examining how viewpoints vary among stakeholders according to their roles as technology users. In consultation with experts in urban planning, this study 1) analyzed the necessity, urgency, and feasibility of utilizing big data and AI technology in urban planning as perceived by civil servants, public institutions, and urban planning engineers and 2) derived implications for technological applications. The study highlights the importance of introducing technology in urban planning and different perceptions of priorities and factors associated with its introduction.

Keywords : Urban Planning, Big Data, Artificial Intelligence, Awareness Survey, Smart City

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(RS-2022-00143404, 빅데이터 기반 인공지능을 활용한 도시계획기술 개발).

*Corresponding Author : Seung Hyun Jung(Korea Institute of Civil engineering and building Technology)
email: shjung@kict.re.kr

Received October 31, 2023

Revised December 13, 2023

Accepted January 5, 2024

Published January 31, 2024

1. 서론

사회 전반에서 디지털 전환을 위한 움직임이 진행되고 있다. 정부에서는 2020년 7월 D·N·A(Data, Network, AI) 생태계강화, 비대면 인프라 고도화, 초연결 신산업 육성, 사회간접자본(SOC) 디지털화를 목표로 하는 디지털뉴딜 계획을 발표하였다[1]. 2022년에 발표된 '디지털뉴딜 실행계획'에서는 310종의 AI 학습용 데이터 구축에 국가중점데이터를 21개 추가 개방하는 등 정부 차원의 집중 투자계획을 담았다[2]. 그리고 2022년부터는 데이터 기반의 선제적·맞춤형 서비스를 제공하는 디지털 플랫폼 정부 로드맵을 제시하여 사회 전반의 혁신을 추진하고 있다.

4차산업혁명의 지능정보기술은 정보통신 분야뿐 아니라 전통적인 기술 도시계획과 같이 정보통신기술과 거리가 멀다고 여겨지는 영역으로까지 확장되고 있다. 특히 스마트시티의 확산으로 인해 공공데이터의 축적과 이를 기반으로 한 도시문제 해결이 주목받기 시작하면서, 빅데이터와 인공지능 기술을 활용한 도시계획수립에 대한 필요성도 대두되고 있다. 또한 도시계획 및 관리 분야에서의 활용도 필수적으로 인식되고 있다[3,4]. 도시계획 분야 내 빅데이터와 인공지능 기술의 도입은 폭넓은 데이터의 확보, 빠른 처리 속도, 의사결정지원시스템과 같은 계획 관련 응용프로그램 발전 등으로 이루어지고 있다. 도시계획관련 종사자들은 이러한 기술 적용과 도입에 대해 고민해 봐야 할 시점이다[5]. 도시계획 내 빅데이터와 인공지능 기술 도입은 각 전문가 직종의 업무 특성에 따라 관점과 우선순위가 상이할 것으로 예상된다. 직종 간 인식 차이를 이해하고 분석함은 향후 기술도입의 전략을 보다 효과적으로 수립할 수 있도록 기여할 것이다. 이 같은 배경에서 본 연구는 도시계획 분야에 빅데이터와 인공지능 기술을 도입하는 것과 관련하여 직종별 적용 가능 분야와 실현 가능성에 대해서 인식 수준을 분석하였다.

2. 선행연구 조사

빅데이터와 인공지능 관련 도시계획 분야 연구 사례를 살펴보면, 2010년 초반 관련 논문들이 등장하기 시작하여 초창기에는 지리정보시스템을 활용한 현황분석이 주를 이뤘다. 이후 점차 다양한 자료의 활용과 기법 고도화를 통해 영향분석, 예측, 사례 응용연구로 연구 범위가

확대되었다[6,7].

현황분석 연구는 빅데이터를 활용한 인구분석을 비롯하여 도시의 물리적 구조분석, 도시환경 취약지 분석, 주민참여활동 및 시민 만족도 모니터링 등 도시의 다양한 현상을 진단하고 분석하였다. 이후 도시 분야 논문의 한계점으로 제기되었던 자료의 한계는 공간 규모가 점차 정밀해지고, 자료구축의 주기 또한 짧아지면서 빅데이터로 실시간 현실 반영이 가능하여 더 상세하고 정확한 현황분석이 가능하게 됨으로 극복하게 되었다[8,9]. 그리고 민간 분야 통신데이터의 축적으로 현황분석과 예측기술에 공공데이터가 아닌 이동통신 데이터, 교통카드, 소셜미디어 자료 등 개인정보가 포함된 자료가 활용되기도 하였다[6,10-13]. 또한 시간적, 공간적 범위를 동시에 고려하여 시계열에 따른 공간변화를 휴대전화 통신정보를 활용하여 현황분석과 예측 분석한 연구도 수행되었다[14]. 이같이 도시계획 분야에서의 빅데이터와 인공지능 기술을 활용한 연구는 실무단계에서의 적용성에 대한 고민으로 용어 정의, 추진 동향, 사례 분석 등 계획, 정책 현상, 패러다임을 분석하거나[15,16], 시민 참여기반의 도시 문제해결을 위한 활용 방안으로 공간계획, 행정지원의 도시계획 과정 전반에 빅데이터가 활용될 수 있는 제도검토, 알고리즘 분석, 자료관리 방법 등 구체적인 방안을 모색한 연구도 시도되었다[17]. 또한, 불필요한 사회적 비용과 시간이 낭비되지 않기 위한 전자거버넌스 실현을 위해 이러한 기술 도입의 필요성을 강조하였다[18-21].

선행연구 검토를 통해 도시계획 분야에서는 빅데이터와 인공지능 기술의 활용 가능성에 대해서 활발히 연구되고 있으나 도시계획 실무과정 전반에 적용될 수 있는 방안을 모색하는 연구는 미흡한 상황이다. 빅데이터와 인공지능 연구성과가 실무과정에 성공적으로 적용하기 위해서는 적용 가능성과 실현 가능성에 대한 검토가 선행될 필요가 있다.

3. 분석방법

3.1 조사방법

본 연구는 빅데이터와 인공지능기술의 도시계획 분야 내 적용 활용 가능성을 분석하기 위해 전문가 설문조사를 실시하였다. 도시계획 분야 연구 중 빅데이터와 인공지능 관련 선행연구를 고찰하고 이를 바탕으로 전문가 자문을 기반으로 기술유형을 분류하여 설문지를 작성하

였다. 전문가 설문조사의 대상자는 도시계획 관련 실무 경험이 있는 지자체, 공공기관, 엔지니어링 기업 종사자 112명을 대상으로 실시하였다. 전문가 설문조사는 특정 분야에 대한 전문가들의 의견과 지식을 수집하는 방법 중 하나로 향후 업무에서 빅데이터와 인공지능을 활용할 수 있는 수요자들의 의견을 수렴하기 위해 본 연구의 방법론으로 활용하게 되었다. 조사 기간은 2021년 6월 22일부터 7월 21일까지이며, 전화면접 방식으로 진행하였다. 빅데이터와 인공지능 기술 중 도시계획 분야 내 도입될 수 있는 기술을 유형별로 분류하고, 기술도입의 필요성, 중요도, 시급성, 실현 가능성을 종사자 간 인식 차이를 조사하였다.

조사 결과를 바탕으로 집단 간 답변에 차이가 있는지 여부를 확인하기 위해서 분산분석을 시행하였다. 정규성 검정과 등분산분석(Levene's Test)을 통해 정규성과 등분산이 확인된 질문에 대해 사후검정을 시행하였다.

3.2 기초통계

응답자의 구성은 도시계획 실무 엔지니어링이 44.6%로 가장 많았고, 다음으로 연구 공공기관 31.3%, 공무원 24.1%의 순으로 나타났다. 실무경력은 5년 미만 26.8%, 15-20년 미만 22.3%, 20년 이상 18.8%, 5-10년 미만, 10-15년 미만 각 16.1%의 순이었다. 소속기관이 민간기업은 40.2%로 가장 많았고, 다음으로 지역연구원 24.1%, 공기업 11.6%, 공공기관 9.8%, 정부부처 6.3%, 정부출연연구원 4.5%, 지자체 3.6%의 순으로 나타났다. 업무 분야는 도시계획 및 설계가 50.9%로 가장 많았고, 스마트시티 15.2%, 도시재생, 교통 각 7.1%, 국토·지역계획 6.3%, 지역경제 2.7%, 건축계획 및 설계, 환경, 조경·경관 각 1.8%의 순이었으며, 기타 분야로 물류, 산업단지 개발, 운영, 시행 등이 있었다.

3.3 기술유형 분류

앞서 조사한 빅데이터와 인공지능 기술이 활용되었거나 언급된 도시계획 분야 선행연구를 바탕으로 Table 1과 같이 기술유형을 분류하였다. 이를 기반으로 전문가 자문 의견을 반영하여 Table 2과 같이 빅데이터와 인공지능기술이 활용될 수 있는 도시계획 수립과정 내 기술을 4가지인 현황분석기술, 예측기술, 공간계획기술, 행정절차지원기술로 구분하였다.

현황분석기술은 도시계획 수립을 위해 필요한 대상지 현황정보의 수집 및 구축, 현황분석, 도시공간에 대한 모

니터링 기술을 말한다. 도시계획 기초조사 단계의 현황 분석, 도시계획위원회 심의자료 구축, 현장 실사 등에서 활용될 수 있다. 예측기술은 계획 지표의 수립, 적정 지표설정, 도시환경의 변화예측, 지표별 미래예측 시뮬레이션, 공간수요의 예측을 위한 기술을 말한다[22]. 이는 인구, 교통, 환경, 시설, 경관, 경제 등 다양한 분야에서 적용될 수 있는 기술이다. 공간계획기술은 도시계획 도면검토, 방향성 및 대안평가, 부문별 계획안 수립, 시나리오 검토 등의 내용을 포함한다. 토지이용계획, 도시·군기본계획, 도시개발 사업계획, 지구단위계획, 도시기반시설계획 등 국토·도시계획 수립을 위한 전반적인 과정에서 적용될 수 있다[23-25]. 마지막으로 행정절차지원기술은 도시계획입안을 위한 인허가 절차 지원, 도시계획심의지원, 공청회 및 주민공고 등의 주민참여 행정이 해당된다.

Table 1. Classification of Technological Types Based on Prior Research in Urban Planning

Ref.	Status Analysis Technique	Prediction Technique	Spatial Planning Technique	Administrative Support Technique
Gong et al. (2017)	X		X	
Pan et al. (2020)	X	X		
Rios et al. (2017)	X			
Kim et al. (2016)	X	X		
Hong (2017)	X	X		
Essien et al. (2020)		X		
Kim (2017)	X			X
Jo et al. (2017)	X			
Jung(2020)				X
Mittal(2020)				X
Allam(2019)				X
Kankanhalli et al. (2019)				X
Rathore et al. (2018)	X	X		
Dong et al. (2020)			X	
Allam et al. (2019)	X			X
Rathore et al. (2016)	X	X	X	X

Table 2. Type of Technology in the urban planning

Category	Description
Status Analysis Technique	To collect data and analyze the status of sites, and monitor urban spaces for urban planning
Prediction Technique	To establish planning indicators, set appropriate indicators, predict changes in urban environments, simulate prediction by indicators, and predict space demand
Spatial Planning Technique	To examine planning drawings, evaluate directions and alternative plans, establish plans by each sector, and review planning scenarios
Administrative Support Technique	To support the license process for planning, planning review process, and residents' participation such as public hearings, notices, etc.

4. 분석 결과

4.1 기술 도입의 필요성

도시계획 수립과정에서 빅데이터와 인공지능기술 도입의 필요성에 대해 어떻게 생각하느냐는 설문 조사에서 전문가 응답자는 '매우 필요하다'(70.5%)와 '약간 필요하다'(25.0%)로 응답하였다. 이러한 결과는 전문가의 직종, 실무경력과 무관하게 거의 모든 응답자들이 기술 도입의 필요성을 인지하고 있음을 보여주었다. Table 3와 같이 기술유형 중 84.8%가 현황분석에서 가장 필요한 것으로 나타났다. 각 기술유형의 필요성 정도를 100점 만점으로 환산한 결과 현황분석(95.5점), 예측기술(86.4점), 공간계획기술(73.4점), 행정지원기술(64.1점) 순으로 빅데이터 및 인공지능 기술 도입이 필요한 것으로 분석되었다. 이 순서는 도시계획 수립 절차와 동일하여 단계적인 기술 도입을 인식하고 있는 것으로 분석되었다.

Table 3. Results of survey on the need for technology adoption(unit:%)

Category	A	B	C	D	E
Status Analysis Technique	0.0	0.0	2.7	12.5	84.8
Prediction Technique	0.9	1.8	11.6	22.3	63.4
Spatial Planning Technique	0.9	9.8	21.4	30.4	37.5
Administrative Procedure Support Technology	1.8	20.5	25.9	23.2	28.6

A:strongly disagree, B:disagree, C:neutral, D:agree, E:strongly agree

4.2 기술 도입의 중요도

도시계획 분야 내 빅데이터 및 인공지능기술 도입 시 기술유형별 중요도를 분석한 결과, Table 4와 같이 1순위로 가장 중요하다 판단한 기술은 현황분석기술이며, 다음으로 예측기술, 공간계획기술, 행정절차지원기술 순으로 기술도입 필요성과 동일한 경향으로 나타났다.

Table 4. Results of survey on the important for technology adoption(unit:%)

Category	1st	2nd	3rd	4th
Status Analysis Technique	63.4	26.8	6.3	3.6
Prediction Technique	26.8	41.1	15.2	17.0
Spatial Planning Technique	8.0	19.6	58.0	14.3
Administrative Procedure Support Technology	1.8	12.5	20.5	65.2

현황분석기술 중 중요하다고 분석된 세부 기술은 자료수집 및 구축, 현장조사, 공간정보 분석이었다. 중요도의 선정 이유는 빅데이터 및 인공지능 기술은 기존의 산재되어 있는 방대한 자료의 객관화, 표준화, 정확성을 위해 필요하며, 현황분석 시 신속하고 정확한 처리를 기대해 볼 수 있기 때문이다. 기술도입으로 대용량 자료 정리와 단순 반복 작업 처리가 용이하지만, 공간정보 분석, 취약성 분석 등 계획가의 정성적 평가가 필요한 요소도 있기 때문에 세부기술 별 도입의 중요도가 다르다는 의견도 있었다.

예측기술은 인구, 교통, 환경, 시설, 토지이용, 경관, 경제부문 중 인구, 교통, 토지이용, 경제에 빅데이터와 인공지능 기술 도입이 중요하였다. 설문답변 전문가 55.4%는 기술도입이 1순위로 중요한 부문은 '인구'라고 답하였으며, 이는 유동인구 등 다양한 인구활동이 반영된 정확한 예측이 필요한 도시계획수립 시 가장 기본이 되는 지표이기 때문이다. 그 다음은 '교통'부문이 44.6%가 2순위로 중요하다 답하였다. 교통은 유동적인 데이터로 실시간 반영이 필요하며, 인구와 더불어 기반시설 계획 시 계획의 방향과 규모 설정에 중요한 지표이기 때문이다. 3순위는 경제, 토지이용, 시설, 환경 순으로 분석되었다.

공간계획기술의 세부 부문은 토지이용계획, 도시기반시설계획, 지구단위계획, 도시 및 주거환경정비계획, 도시재생활성화계획, 건축계획으로 구분하였다. 이 중 빅데이터 및 인공지능 기술의 도입이 가장 중요한 것으로

‘토지이용계획’(52.7%)으로 나타났다. 토지이용계획은 도시계획의 가장 기본이 되는 공간계획이며, 객관적 근거에 의한 용도 배분의 적정성을 위해 1순위로 선정되었다. 2순위는 도시기반시설계획, 3순위는 지구단위계획으로 나타났다. 선정 이유는 인구, 교통, 지역특성, 수요자의 인식 등 유동적인 도시 변화가 반영된 수요예측이 필요한 계획에서 빅데이터 및 인공지능 기술 적용이 중요할 것으로 분석되었다.

행정절차지원기술은 도시계획위원회 심의, 민원신청 및 처리 서비스, 공청회 및 주민설명회, 공고 및 공람 순으로 기술도입의 중요도가 분석되었다. ‘도시계획위원회 심의’는 행정절차지원기술 중 빅데이터 및 인공지능 기술도입이 가장 중요한 것으로 전문가의 47.7%가 응답하였는데, 이는 심의위원들의 다양한 의견을 객관적으로 정리하고, 형평성있는 근거를 기반으로 합리적인 의사결정을 지원할 수 있을 것이라는 기대로 선정되었다. ‘공청회 및 주민설명회’는 행정절차의 간소화 및 비용 절감, 정확하고 효과적인 정보전달로 시민들의 이해도 향상의 이유로 중요성이 강조되었다.

4.3 기술 도입의 시급성

현행 도시계획 수립과정에서 빅데이터 및 인공지능 기술 도입에 대해 ‘매우 시급하다’ 35.7%, ‘약간 시급하다’ 41.1%, ‘보통이다’ 17.8%로 앞으로 기술도입의 시급하다는 의견이 75%를 넘게 나타났다.

현황분석기술 중 가장 시급한 부분은 Table 5와 같이 자료수집 및 구축(62.5%)과 현황조사(53.6%), 공간정보 분석(30.4%) 부문이었다. 예측기술은 응답자의 85% 이상이 인구와 교통부문에 기술도입이 시급하다고 답하였다. 공간계획기술과 행정절차지원기술은 도시기반시설계획, 토지이용계획과 민원신청 및 처리서비스 부문에서 시급성을 느낀다고 분석되었다. 기술도입의 시급성 결과

Table 5. Results of survey on the urgency for technology adoption

Category	A	B	C	D	E
Status Analysis Technology	0.0	1.8	5.4	30.4	62.5
Predictive Technology	0.0	0.9	15.2	30.4	53.6
Space Planning Technology	0.0	12.5	25.9	31.3	30.4
Administrative Procedure Support Technology	0.9	13.4	30.4	18.8	14.3

A:strongly disagree, B:disagree, C:neutral, D:agree, E:strongly agree

를 점수로 환산하였을 때 현황분석기술은 88.4점, 예측기술은 84.2점인 반면, 공간계획기술은 69.9점과 행정절차지원기술은 63.2점으로 분석되었다.

4.4 기술 도입의 실현가능성

도시계획 분야 내 빅데이터 및 인공지능 기술 도입 실현 가능한 시기를 질문한 결과, 현황분석기술과 예측기술은 50% 이상 5년 이내 실현 가능하다고 판단하였다 (Table 6). 현황분석기술 중 자료수집이나 현장조사 부문은 단기간에 기술 적용이 가능할 것으로 예측되나, 공간정보를 활용한 분석이나 여러 변수를 고려하여 분석해야 하는 취약성 분석, 환경성 검토 등은 5~10년 이내에 실현가능하다는 답변이 다수로 나타났다. 예측기술은 기존에 자료구축이 되어 있는 인구, 교통, 시설 등은 5년 이내 단기간에 실현가능할 것으로 보았으나, 객관적 측정이 가능한 방법론이 상용화되지 않은 경관의 경우 5~15년 이내로 단기간에는 어려울 것으로 분석되었다. 공간계획기술은 5~10년 이내에 가능할 것으로 판단한 응답자가 42%로 가장 많았다. 행정절차지원기술 중 기존 행정시스템에 바로 연동이 가능한 민원신청 및 처리 시스템과 공고 공람은 5년 이내 도입이 실현 가능한 답변이 가장 많았다. 그러나 도시계획위원회 심의나 공청회 및 주민설명회의 경우, 기존 서면으로 진행하던 방식에서 탈피하여 빅데이터 및 인공지능기술을 도입하려면 10년 이내의 기간으로 전망하는 의견이 다수였다.

Table 6. Results of survey on the realistic technology adoption

Category	A	B	C	D	E
Status Analysis Technology	0.9	0.9	4.5	20.5	73.2
Predictive Technology	2.7	4.5	11.6	31.3	50.0
Space Planning Technology	4.5	8.0	18.8	42.0	26.8
Administrative Procedure Support Technology	5.4	7.1	8.9	33.0	45.5

A:strongly disagree(after 20years), B:disagree(15~20years), C:neutral(10~15years), D:agree(5~10years), E:strongly agree(within 5 years)

또한, 기술 도입의 실현가능성에 대해 종사자 간 인식의 차이를 볼 수 있었다. 현황분석의 경우, 세부기술인 현장조사와 자료수집 및 DB구축은 모든 종사자가 5년 이내 혹은 10년 이내로 빠른 시일 내 도입의 실현이 가능할 것으로 판단하였다. 그러나 Fig. 1과 같이, 공간

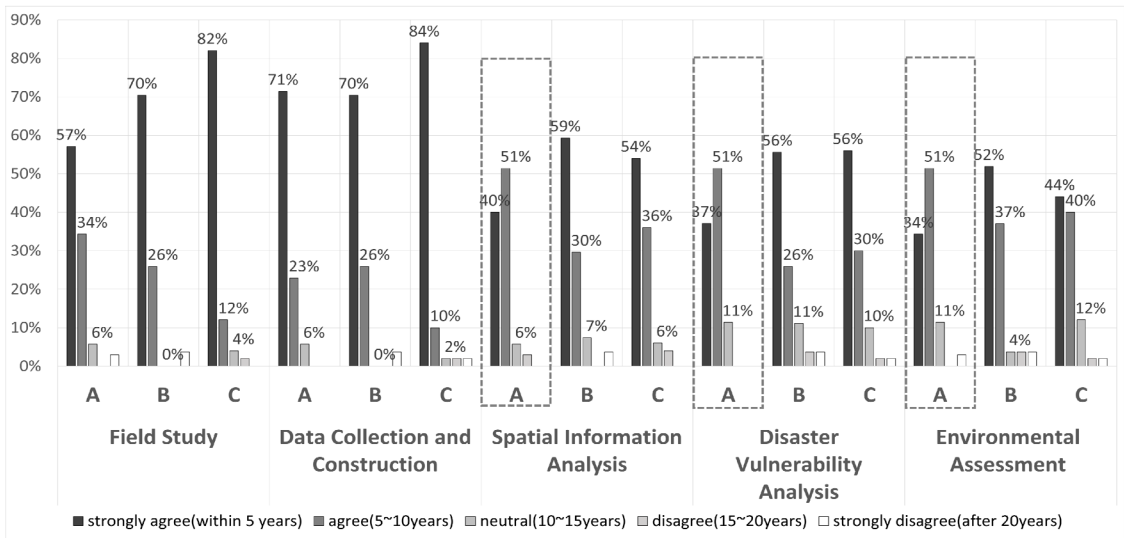


Fig. 1. Feasibility of introducing detailed technology of status analysis technology according to awareness (A: public institutions, B: civil servants, C: urban planning engineers)

정보 분석, 재해취약성 분석, 환경성검토의 경우 공무원과 엔지니어링 집단은 5년 이내 실현가능성이 높다고 답변하였으나, 연구를 수행하는 공공기관에서는 10년 이내로 좀 더 중장기적으로 판단하였다. 이를 통해 기술 도입에 대한 의견이 종사자간 인식이 다를 수 있음을 확인하였다.

4.5 요인별 인식 차이 분석

본 연구에서는 직종(연구공공기관, 공무원, 엔지니어링), 도시계획기술사 여부, 직위나 직급, 실무경력, 소속 기관 유형, 업무 분야와 같은 요인별 설문결과를 분석하여 차이를 파악하고자 하였다.

등분산조건(Levene 통계량)을 만족하는 항목을 대상으로 일원분산분석(One-way ANOVA)을 시행한 결과,

Table 7. Questions showing differences between groups

Questions	Scale
Q1. Priorities for the importance of "Complaint Filing/Handling Service" in "Administrative Procedure Assistance Technology"	3-level scale
Q2. Urgency of "Field Investigation" technology in "Status Analysis Technology"	5-point scale
Q3. Urgency of population-related technology in "Prediction Technology"	5-point scale
Q4. Feasible timing for "Administrative Procedure Support Technology"	5-year, 5-stage period

Table 7에서 제시된 질문에 대해서 실무경력에 따른 답변에 차이가 있다는 통계적 분석결과를 도출할 수 있었다. 실무 경력은 5년 미만에서부터 시작하여 5년 단위로 20년 이상까지 5구간으로 구분하였다.

Table 8. Result of one-way ANOVA

Q	Sum of Square	Degrees of freedom	Mean Square	F	p-value
Q1	9.882	4	2.471	2.814	.029
Q2	7.218	4	1.805	2.995	.022
Q3	5.539	4	1.385	2.937	.024
Q4	20.415	4	5.104	4.329	.003
Q5	11.730	4	2.932	2.526	.045

사후검정은 표본의 개수가 다르고 등분산일 경우에 적용하는 Bonferroni 검정을 Table 8과 같이 시행하였고, 그 결과 Q1과 Q4에서 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되어 Table 9의 최종 분산분석 결과로 채택하였다. 사후검정 결과를 해석하면 Q1에서는 95% 신뢰수준에서 4번(15년 이상 20년 미만)과 5번(20년 이상)에서 차이가 나타났다. 응답자 중 20년 이상의 고경력자층에서는 행정절차지원기술중 중요도를 ①도시계획위원회 심의, ②민원신청·처리서비스, ③공청회 및 주민설명회, ④공공·공람 순위로 답하였지만, 20년 미만 경력층에서는 공청회 및 주민설명회의 중요도를 가장 낮게 보는 것으로 응답하였다.

Table 9. Result of Bonferroni test on Q1 and Q4

DV	Group (i)	Group (j)	DM (I-J)	SE	P-value	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Q1	1	2	-.134	.281	1.000	-.94	.67
		3	.033	.281	1.000	-.77	.84
		4	-.610	.256	.189	-1.34	.12
		5	.263	.268	1.000	-.51	1.03
	2	1	.134	.281	1.000	-.67	.94
		3	.167	.312	1.000	-.73	1.06
		4	-.476	.290	1.000	-1.31	.35
		5	.397	.301	1.000	-.47	1.26
	3	1	-.033	.281	1.000	-.84	.77
		2	-.167	.312	1.000	-1.06	.73
		4	-.642	.290	.287	-1.47	.19
		5	.230	.301	1.000	-.63	1.09
	4	1	.610	.256	.189	-.12	1.34
		2	.476	.290	1.000	-.35	1.31
		3	.642	.290	.287	-.19	1.47
		5	.872*	.277	.022	.08	1.67
	5	1	-.263	.268	1.000	-1.03	.51
		2	-.397	.301	1.000	-1.26	.47
		3	-.230	.301	1.000	-1.09	.63
		4	-.872*	.277	.022	-1.67	-.08
Q4	1	2	.567	.324	.829	-.36	1.49
		3	1.178*	.324	.004	.25	2.11
		4	.727	.294	.150	-.12	1.57
		5	.995*	.309	.017	.11	1.88
	2	1	-.567	.324	.829	-1.49	.36
		3	.611	.362	.942	-.43	1.65
		4	.160	.336	1.000	-.80	1.12
		5	.429	.349	1.000	-.57	1.43
	3	1	-1.178*	.324	.004	-2.11	-.25
		2	-.611	.362	.942	-1.65	.43
		4	-.451	.336	1.000	-1.41	.51
		5	-.183	.349	1.000	-1.18	.82
	4	1	-.727	.294	.150	-1.57	.12
		2	-.160	.336	1.000	-1.12	.80
		3	.451	.336	1.000	-.51	1.41
		5	.269	.321	1.000	-.65	1.19
	5	1	-.995*	.309	.017	-1.88	-.11
		2	-.429	.349	1.000	-1.43	.57
		3	.183	.349	1.000	-.82	1.18
		4	-.269	.321	1.000	-1.19	.65

*The mean difference is significant at 0.05 level

DV: dependent variable
DM: difference in means
SE: Standard Error

이는 고경력층에서는 공청회와 주민설명회와 같은 소통업무에서의 빅데이터와 AI기술적용을 중요하게 보고 있고 하위 경력층에서는 상대적으로 기술적용 난이도가 높은 공청회와 주민설명회보다는 공고·공람 분야에서 기술 도입을 중요하게 인식하는 것으로 나타났다.

행정절차지원기술의 실현가능 시기를 묻는 질문인 Q4에서는 집단구분으로 1(5년미만)과 3(10년 이상 15년 미만), 1과 5(20년 이상)의 응답에서 차이를 보였다. 경력년수가 짧은 집단1에서는 실현 가능한 시기를 5년에서 10년 이내로 응답한 것이 가장 많았고, 집단3에서는 가장 빠른 시기인 5년 이내를 응답한 비율이 72.2%로 압도적으로 높았다. 그리고 집단5에서는 5년 이내를 57.1%, 5년에서 10년 이내를 33.3%로 기술도입 실현시기를 10년 이내로 응답한 비율이 90%를 넘는 것으로 나타났다. 경향으로 살펴보면 실무경력이 많을수록 기술도입 시기를 상대적으로 빠르게 보고 있는 것으로 해석할 수 있다.

5. 결론

본 연구의 목적은 전통적인 도시업무에서 최근 다양한 분야에서 높은 활용도를 보이고 있는 빅데이터와 인공지능 기술의 적용 방안을 수립하기 위한 기초자료를 구축하는 것이다. 도시계획 관련 업무 종사자를 대상으로 설문조사를 실시하고 그 결과를 분석하여 다음의 결론을 도출하였다.

첫째, 도시계획 업무에서 빅데이터와 인공지능 기술 도입의 필요성과 중요성을 모든 직종에서 인식하고 있는 것으로 나타났다. 직종과 근무기간, 실무경력에 관련없이 도시계획 분야에서의 기술적 진보를 위한 혁신적인 기술도입에 대한 요구가 존재하였다.

둘째, 도시계획절차에 따라 기술도입 필요성과 중요도가 인식되었다. 현황조사에서 가장 필요하다 인식되었으며, 다음으로 예측기술, 계획수립, 행정지원 순으로 도시계획수립 절차와 도입 필요성이 모든 직종에서 동일하게 나타났다. 도시계획수립절차는 선행 업무가 진행되어야 후행 업무를 수행할 수 있는 구조로, 이러한 것이 반영된 결과로 판단된다. 따라서 실제 빅데이터와 인공지능 기술을 도입할 경우에도 도시계획수립 절차순으로 단계적으로 도입되어야 함을 시사하고 있다.

셋째, 도시계획 분야 전반의 기술도입에 대한 인식은 유사한 경향을 보이거나, 직종의 공공성과 실무성에 따라 세부 항목의 도입 시급성에 의견 차이가 나타났다. 공익 추구를 목적으로 하는 연구원과 공무원은 직종 특성상 환경분야, 환경성 검토, 경관 등에 기술 도입을 강조했으나, 이해관계 내 실무영역을 담당하고 있는 엔지니어링 종사자는 현장조사와 자료수집 및 구축, 분석 등의 영역에 기술 도입의 시급성에 의견을 보였다. 중장기적 측면에서 기술 도입 시기를 직종 간 인식 차이와 세부 유형별로 고려해야 함을 시사한다. 빅데이터와 인공지능기술의 실현 가능 시기는 도시계획 업무별로 상이하게 나타났는데, 행정처리와 관련된 부분은 정보화시스템과 플랫폼의 보급으로 비교적 수월하게 인식되었다. 그러나 예측분석은 아직 기술개발과 검증이 필요한 부분이 많아 기술 실현 가능 시기를 늦게 전망하는 의견이 많았다.

본 논문의 전문가대상 설문조사는 현시점과 다른 시기에 분석되었다는 점과 빅데이터와 인공지능 기술도입 시 예상되는 문제점을 고려하지 못한 한계점이 있다. 특히 빅데이터의 데이터 품질의 표준화, 개인정보 보호 문제와 다양한 이해관계자 간의 인식 차이로 인한 기술 도입과 협업의 어려움 등을 함께 고려하지 못했다. 실제 빅데이터와 인공지능기술을 도시계획업무에 도입하기 위해서는 본 연구에서의 설문 외에도 계획수립 실무에서의 현황을 고려하여 계획기법과 절차상의 한계를 파악하는 것이 필요하다. 또한, 기술도입을 위한 지침 수립과 법제도 마련, 구체적인 개선방안 수립이 후속 연구로 수행될 필요가 있다.

그럼에도 본 연구는 전통적인 계획수립 기법과 방법론에 머물러 있는 도시계획 분야에 4차산업혁명의 핵심기술인 빅데이터와 인공지능기술 적용을 위한 기초자료를 구축한 것에 의의가 있다. 이는 도시계획 분야 내 빅데이터와 인공지능 기술 적용 유형을 세분화하고 도입의 필요성과 우선순위에 대한 학술적 기여를 제공할 수 있다. 이를 기반으로 정책 수립 시 직종의 인식 차이를 고려하여 다양한 요구사항을 반영해야하며, 기술 관련 연구지원, 교육프로그램, 산학 협력 등 다양한 측면에서 활용이 가능하다. 또한 실무 수행과정에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 예방하고 효율적인 기술 도입 및 활용을 가능하게 하는 기반을 마련할 수 있다. 유형별로 다른 직종 간의 인식 차이를 인정하고 이를 고려한 전문적인 접근은 도시계획 분야에서의 빅데이터와 인공지능 기술 도입을 위해 필수적으로 판단된다.

References

- [1] Jointly related ministries, Korean New Deal Comprehensive Plan, Korea, pp.16-20.
- [2] Jointly related ministries, 22-Year Digital New Deal Action Plan - Digital New Deal Key Achievements and Future Plans, Korea, pp.19-21.
- [3] Yue, W. Z., Ynag, C., Zhang, Q., and Liu, Y., "Spatial Explicit Assessment of Urban Vitality Using Multi-source data: A case of Shanghai, China", *Sustainability*, Vol. 11, No. 3, pp. 638, Jan. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su11030638>
- [4] Sohn, J. Y., 2020, Big markets, big names and big networks in big data research: Urban big data research trends in international academic journals, *Journal of the Korean Geographical Society*, Vol. 55, No. 2, pp. 161-179, Apr. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.22776/kgs.2020.55.2.161>
- [5] Sanchez, T. W., Shumway, H., Gordner, T. and Lim, T., "The prospects of artificial intelligence in urban planning", *International Journal of Urban Sciences*, Vol. 27, NO. 2, pp. 179-194, Jul. 2022.
DOI: <https://doi.org/10.1080/12265934.2022.2102538>
- [6] Gong, Y., Lin, Y., Duan, Z., "Exploring the Spatiotemporal Structure of Dynamic Urban Space Using Metro Smart Card Records", *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 64, pp. 169-183, Jul. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenurbvsys.2017.02.003>
- [7] Pan, W., Zilin, H., Yuzhuang, P., Lunnhui, X., Jinong, L. and Kaixun, C., "A Combined Deep Learning Method with Attention-Based LSTM Model for Short-Term Traffic Speed Forecasting", *Journal of Advanced Transportation*, Vol. 2020, pp. 1-15, Nov. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8863724>
- [8] Xu, Y., Shaw, S. L., Zhao, Z., Yin, L., Fang, Z. and Li, Q., 2015, "Understanding Aggregate Human Mobility Patterns Using Passive Mobile Phone Location Data: A Home-Based Approach", *Transportation*, Vol. 42, No. 4, pp. 625-646, Mar. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-015-9597-y>
- [9] Rios, S. A., Ricardo M., "Land Use Detection with Cell Phone Data Using Topic Models: Case Santiago, Chile", *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 61, pp. 39-48, Jan. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenurbvsys.2016.08.007>
- [10] Kim, K. Y. and Lee, G. H., 2016, "A Study on Improvement of Estimating de facto Population Using Mobile Telecommunications Big Data", *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, Vol. 19, No. 2, pp. 181-196, Aug. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.21189/JKUGS.19.2.13>
- [11] Hong, I. Y., 2017, Land Use Classification Using LBSN (Location-Based Social Network) Data and Machine Learning Technique, *Journal of the Korean Cartographic Association*, Vol. 17, No. 3, pp. 59-67, Dec. 20173

DOI: <https://doi.org/10.16879/jkca.2017.17.3.059>

[12] Lee, K. S., Park, J. S. and Jung, M. S., "Accessibility Changes in the Metropolitan Seoul Subway System: Time-distance Algorithms based on the T-card Big Data and an Accessibility Measurement Model for Un-fixed Transportation Networks", *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, Vol. 17, No. 1, pp. 98-113, Mar. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.23841/egsk.2014.17.1.98>

[13] Essien, A., Petrounias, I., Sampaio, P. and Sampaio, S., "A deep-learning model for urban traffic flow prediction with traffic events mined from twitter", *World Wide Web*, Vol. 24, No. 4, pp. 1345-1368, Mar. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11280-020-00800-3>

[14] Jacobs-Crisioni, C., Rietveld, P., Koomen, E., and Tranos, E., "Evaluating the Impact of Land-Use Density and Mix on Spatiotemporal Urban Activity Patterns: An Exploratory Study Using Mobile Phone Data", *Environment and Planning A*, Vol. 46, No. 11, pp. 2769-2785, Nov. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1068/a130309p>

[15] Kim, Y. M., "Changes and Strategies of the Government Service Paradigm through Using Big Data -Focused on Disaster Safety Management in Seoul City-", *Journal of Digital Convergence*, Vol. 15, No. 2, pp. 59-65, Feb. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2017.15.2.59>

[16] Jo, S. S. and Lee, S. H., 2020, "A Changes of Opinion according to the Sejong City Construction Plan Using Media Big Data Analysis", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 20, No. 8, pp. 19-33, Aug. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2020.20.08.019>

[17] Jung, C. H., "A Study on the Procedure of Using Big Data to Solve Smart City Problems Based on Citizens' Needs and Participation", *Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology*, Vol. 13, No. 2, pp. 102-112, Apr. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.17661/jkiict.2020.13.2.102>

[18] Kim, S. C., Hong, P., Lee, T., Lee, A. and Park, S. H., "Determining strategic priorities for smart city development: Case studies of south Korean and international smart cities", *Sustainability*, Vol. 14, No. 16, pp. 1-13, Aug. 2022.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su141610001>

[19] Mittal, P., "Big data and analytics: a data management perspective in public administration", *International Journal of Big Data Management*, Vol. 1, No. 2, pp. 152-165, Dec. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1504/IJBDM.2020.112415>

[20] Allam, Z. and Dhunny, Z. A., "On big data, artificial intelligence and smart cities", *Cities*, Vol. 89, pp. 80-91, Jan. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032>

[21] Kankanhalli, A., Charalabidis, Y. and Mellouli, S., "IoT and AI for smart government: A research agenda", *Government Information Quarterly*, Vol. 36, No. 2,

pp. 304-309, Apr. 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.02.003>

[22] Rathore, M. M., Paul, A., Hong, W. H., Seo, H., Awan, I. and Saeed, S., "Exploiting IoT and big data analytics: Defining smart digital city using real-time urban data", *Sustainable cities and society*, Vol. 40, pp. 600-610, Jul. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.022>

[23] Dong, X., Xu, Y., Huang, L., Liu, Z., Xu, Y., Zhang, K. and Wu, G., "Exploring impact of spatial unit on urban land use mapping with multisource data", *Remote Sensing*, Vol. 12, No. 21, pp. 1-19, Nov. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12213597>

[24] Allam, Z. and Dhunny, Z. A., "On big data, artificial intelligence and smart cities", *Cities*, Vol. 89, pp. 80-91, Jun. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032>

[25] Rathore, M. M., Ahmad, A., Paul, A. and Rho, S., "Urban planning and building smart cities based on the internet of things using big data analytics", *Computer networks*, Vol. 101, pp. 63-80, Jun. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2015.12.023>

제 민 희(Min Hee Je)

[정회원]



- 2016년 2월 : 한양대학교 도시공학과 (공학석사)
- 2021년 8월 : 한양대학교 도시공학과 공학박사 수료
- 2016년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

도시공간분석, 도시환경계획, 스마트시티

정 승 현(Seung Hyun Jung)

[정회원]



- 2004년 2월 : 한양대학교 도시공학과 (공학석사)
- 2009년 8월 : 한양대학교 도시공학과 (공학박사)
- 2012년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

<관심분야>

스마트시티, GIS와 도시분석, 도시환경계획