국토연구 제87권(2015. 12): pp163~178 http://dx/doi.org/10.15793/kspr.2015.87..011

계획지원을 위한 공간 빅데이터의 분석과 활용 : 수도권 지역의 건물에너지 데이터를 대상으로*

The Use of Spatial Big Data for Planning Support : Case of Building-energy Data for Seoul Metropolitan Area

김동한 Kim Donghan**

Abstract

The advancement and spread of information and communication technology (ICT) has changed the way we live and act today. Computers and ICT devices have become smaller and almost invisible, and they are now virtually everywhere in the world. Most socio-economic activities are now subject to the use of computers and ICT devices, although we do not really recognize it due to pervasive computing technologies. Nevertheless, the activities supported by digital devices leave digital records, and a myriad of these records becomes what we call "big data." Big data differs from conventional data that we have collected and managed in that it holds detailed information of people's lives and activities. Thus, it offers new insight into our society, and hence a new opportunity for innovation. Not surprisingly, experts and scholars forecast that big data will transform various socio-economic activities as well as our societies. The goals of this research are twofold: First, it aims to understand the nature and characteristics of spatial big data. Then, it seeks to suggest ways of utilizing such spatial big data for planning support. In this regard, this study defines the concept of "planning a support system for big data," which consists of modules and techniques for the visualization, analysis, and simulation of spatial big data. To achieve these goals, this study conducts an experimental case study with energy usage data for the Seoul Metropolitan Area. Then, the study concludes with future studies and policy measures to promote the use of spatial big data in the territorial and urban planning fields.

Keywords: Planning Support System, Big Data, Spatial Big Data, Big Data Analytics

I. 서론

최근 빅데이터를 활용하여 정부정책과 기업경영 등을 혁신한 각종 성공 사례가 알려지고 있고 이에 따라 빅데이터에 대한 사회적 관심이 급증하고 있다. 정보통신기술의 발전과 함께 사회 각 분야에서 다양한 종류의 빅데이터(big data)가 디지털 포맷으로 방대하게 생산되고 있는데 이러한 추세는 더욱 가속화할 것으로 전망된다. IDC(2012)에 따르면 2012년 한 해 동안 전 세계에서 생성된 디지털 정보가 2.8제타바이트에 달하며, 이는 2년마다 2배씩 증가해 2020년에는 40제타바이트에 달할 것으로 예측되고 있다. 이와 같은 빅데이터는 적절한 저장 · 관리 · 분석 기술과 결합되면 다양한 방법으로 활용될 수 있으며 활

* 본 논문은 김동한, 김준기, 강혜경, 강민규 외(2014)의 '공간 빅데이터를 활용한 국토도시 정책방안 연구'의 내용을 기초로 작성되었음.

** 국토연구원 책임연구원 | Associate Research Fellow, Korea Research Institute for Human Settlements | dhkim@krihs.re.kr

www.kci.go.kr

용목적과 방법 등에 따라 새로운 부가가치를 생산할 수 있어 미래 경쟁력을 좌우하는 21세기 원유로 각광받고 있다(Gartne 2011). 이에 세계 각국은 빅데이터를 활용한 신산업 창출과 공공정책 개발 등에 박차를 가하고 있으며, 우리나라에서도 빅데이터의 구축, 빅데이터를 융합한 신산업 창출, 빅데이터를 활용한 행정 서비스 제고 등을 주요한 국정과제로 채택하고 빅데이터의 활용을 도모하고 있다.

우리나라의 경우 고도성장 시대에는 정부 주도의 하향식 접근이 보다 강조되었으나, 앞으로는 일반 국민들의 생활과 관심 사항 등을 보다 더 자세하게 정책과 계획에 반영할 필요성이 커지고 있다. 그러나 현재 국토 · 도시 및 공간계획 분야에서 사용하는 통계지표들은 주로 총량적이고 정태적인 자료들로 주민체감형 국토 · 도시정책 수립에 활용하는 데는 한계를 지니고 있다. 빅데이터는 기존에는 파악하기 어려웠던 국민과 기업의 활동에 관한 새로운 사실을 알 수 있게 하고 이를 통해 다양한 부가가치를 창출할 수 있어 그 활용가치가 무궁무진한 것으로 평가되고 있다. 국토 · 도시 및 공간계획 분야에서 빅데이터를 활용하면 보다 현장성 있고 구체적인 과학적 지식을 창출하여 생활 밀착형(citizen-oriented), 증거 기반(evidence-based), 데이터 추동(data-driven) 국토 · 도시 정책의 수립과 집행을 추진해 갈 수 있을 것으로 기대되고 있다(Batty 2013; Bettencourt 2013).

이와 같은 배경하에 본 논문은 공간 빅데이터의 개념과 범위를 구체화하고, 국토 · 도시 및 공간계획 분야에서 이를 보다 구체적으로 활용하기 위한 방안을 모색하고자 한다. 이를 위해 먼저 빅데이터와 공간 빅데이터의 개념을 고찰한 뒤, 계획 분야에서의 빅데이터의 의미와 활용방향을 모색한다. 그리고 공간 빅데이터를 활용하기 위한 계획지원체계의 개념적 틀을 정립한 뒤, 이를 기반으로 시각화-분석-시뮬레이션 모형을 개발하고 건물에너지 공간 빅데이터를 활용하여 실험연구를 수행한다. 그리고 국토 · 도시 및 공간계획 분야에서 공간 빅데이터의 구축을 촉진하고 활용을 제고하기 위한 시사점을 제시하고자 한다.

II. 공간 빅데이터의 개념과 특성

1. 빅데이터의 개념과 성격

민간기업과 공공기관 등에서 최근 빅데이터를 활용한 다양한 분석이 시도되고 있으며, 그 결과로 의미 있는 새로운 현상들이 제시됨에 따라 빅데이터의 활용에 대한 사회적 관심이 급증하고 있는 상황이다.

빅데이터란 기본적으로는 문자 그대로 기존의 컴퓨팅 환경에서는 다루기 힘들 정도로 방대한 크기를 가지는 데이터를 통칭하는 것인데, 정보통신기술이 빠르게 발전하면서 사회 각 분야에서 다양한 종류의 빅데이터가 생산 · 저장되고 있다. 따라서 빅데이터의 개념은 아직 유동적이며, 취득과 활용이 가능한 빅데이터의 실체적 범위도 명확하게 구체화되어 있지 않다. 또한 새로운 활용 사례 등이 추가되면서 빅데이터의 내용적 범위도 계속해서 변화하고 있는 상황이라고 할 수 있다. 따라서 빅데이터 개념은 다양한 관점에서 접근이 가능하며, 해당 데이터의 내용, 활용분야와 목적 등에 따라서 서로 다른 관점에서 정의가 가능하다고 할 수 있다.

선행연구 등에서 정의한 빅데이터의 기본적인 개념과 특징을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 빅데이터의 개념으로 가장 빈번하게 언급이 되고 있는 특성은 Laney(2001)가 처음 제시한 3V(volume, velocity, variety)의 개념이 있으며, 최근에는 여기에 복잡성(complexity), 가치성(value) 등의 개념이 추가로 고려되어 정의되고 있다(한국정보화진흥원 2012; 김미정, 김대종, 이영주 2013). 이와 같은 관점에서 볼

www.kci.go.kr

표 1 _ 빅데이터의 형태에 따른 유형 구분

정의	설명
정형 (structured)	고정된 필드에 저장된 데이터. 관계형 데이터베이스 및 스프레드시트 등
반정형 (semi-structured)	고정된 필드에 저장되어 있지는 않지만, 메타데이터나 스키마 등을 포함하는 데이터. XML이나 HTML 텍스트 등
비정형 (unstructured)	고정된 필드에 저장되어 있지 않은 데이터. 텍스트 분석이 가능한 텍스트, 문서 및 이미지/동영상/음성 데이터 등

출처: 조성우 2011.

때 빅데이터란 대용량의 크기와 범위, 실시간으로 계속 변화하는 동태적 속성, 이로 이한 데이터 자체의 다양성 및 복잡성, 그리고 높은 활용잠재력 등의 속성을 가지는 데이터라고 할 수 있다.

그리고 빅데이터는 형태적 속성에 따라서도 구분해볼 수 있는데, 정형화 정도에 따라 정형 데이터, 반정형 데이터, 비정형 데이터 등으로 그 유형을 구분하여 볼 수 있다. 각 유형별 구체적인 특성은 〈표 1〉과 같다.

이와 같은 빅데이터의 성격과 활용 잠재력을 이해함에 있어 빅데이터에 대한 맹목적인 기대감을 지양할 필요성도 제기되고 있다(이만재 2013). 빅데이터는 즉각적으로 활용이 가능한 완성품 형태로 존재한다기보다는 일정 정도의 가공 단계를 거쳐야 비로소 가치가 발현되는 원석(gemstone)의 형태와 성격을 가지고 있는데, 모든 빅데이터가 높은 활용가치를 지니는 것은 아니므로, 빅데이터의 가치를 무차별적으로 확대 해석하는 것도 경계할 필요가 있다는 것이다.

2. 공간 빅데이터의 개념과 특성

본 논문의 제목이 시사하는 바와 같이 본 연구에서 보다 중점을 두고 살펴보고자 하는 빅데이터는 공간 빅데이터다. 그러나 빅데이터의 경우와 마찬가지로 공간 빅데이터에 대한 개념, 범위 등과 관련해서도 아직 범용적인 개념 정의가 존재하는 것은 아니며 개별 연구 등을 중심으로 조작적으로 정의되어 사용되고 있다.

김대종, 윤서연(2013)은 위치나 지명과 같은 정보를 결합하여 새로운 형태의 정보로 가공 가능한 빅데이터를 공간 빅데이터라고 정의하였으며, 김용승, 신성웅, 강치호, 김희섭 외(2013)는 이러한 공간 빅데이터는 수치지도, 공공시설물DB, 지하시설물DB, 부동산DB, 센서 정보, 이동객체 정보, 재난재해 정보, 위치기반 SNS 정보, 사용자 참여형 공간 정보(volunteered geographic information) 등 다양한 종류의 정형, 반정형, 비정형 데이터가 포함되는 것으로 파악하였다.

본 논문에서도 기본적으로는 공간 빅데이터를 선행연구 등에서 정의한 바와 같이 위치적 정보(locational information)를 가지고 있으면서 정형, 반정형, 비정형 형태로 존재하는 다양한 데이터를 의미하는 것으로 빅데이터를 파악하고자 한다. 그리고 공간 빅데이터는 빅데이터의 개념으로부터 분리된 독립적인 개념은 아니며, 빅데이터의 일반적인 특성과 속성을 공유하면서 '공간성' 즉 '위치적 속성'과 '장소적 특성'을 가지는 빅데이터로 정의하고자 한다. 즉, 공간 빅데이터는 빅데이터의 일반적인 속성을 공유하면서 이에 부가하여 '위치적 정보'와 '장소적 특성'을 가지는 빅데이터라고 할 수 있다.

그러나 본 연구에서는 몇가지 추가적인 논의를 통하여 공간 빅데이터의 개념을 보다 구체화하고자

www.kci.go.kr

한다. 이를 위해 공간 빅데이터를 다시 구분하여 살펴보면 공간 빅데이터는 크기가 큰 공간 데이터(big spatial data)와 공간성을 가지는 빅데이터(spatially enabled big data)로 나누어 볼 수 있다. 전자는 고해상도 위성영상, 격자단위 공간정보 등 데이터의 크기가 큰 대용량의 공간 데이터를 의미하는데, 컴퓨터 기술의 발전과 함께 갈수록 증가하는 공간 데이터의 크기를 감안하면 이는 디지털화된 모든 공간 데이터를 통칭하는 개념으로도 확대될 수 있을 것이다. 반면 후자는 위치 정보를 가지고 있거나 추가 가공을 통하여 위치성과 장소성을 부여할 수 있는 빅데이터를 의미하며, 각종 트랜잭션(transaction)의 결과로 생성되는 빅데이터들 중에서 위치성을 부여할 수 있는 빅데이터(예를 들어, 휴대폰 사용량 데이터, 교통카드 및 신용카드 사용 데이터 등)들이 여기에 해당된다. 실제 활용에 있어서는 양자가 결합될 필요가 있을 것이나, 새롭게 중요성이 부각되고 있는 공간 빅데이터는 후자라고 할 수 있다.

따라서 내용적인 특성 측면에서 살펴보면 공간 빅데이터는 기존에 존재하던 빅데이터 또는 크기가 큰 공간 데이터와는 성격이 다른 새로운 종류의 데이터라고 할 수 있다. 본 논문은 공간 빅데이터를 행위 주체에 대한 정보와 함께 행위가 발생한 시간과 장소에 대한 시공간적(spatio-temporal) 속성을 보유하며, 단일한 개체로서 거대한 것이 아니라 미시적인 기록(micro record)들의 방대한 집합체(sum of micro records)라고 정의하고자 한다.

그리고 이와 같은 공간 빅데이터의 개념을 중심으로 공간계획 분야에서 공간 빅데이터의 의미를 살펴보고 공간 빅데이터를 활용한 실험 연구를 수행한 뒤, 국토 · 도시 및 공간계획 분야에서의 공간 빅데이터 활용을 위한 시사점을 제시하고자 한다.

III. 공간계획과 빅데이터

1. 계획지원체계와 빅데이터

국토 · 도시 및 공간계획 분야에서 과학적 지식을 창출하고 주민과 소통하기 위해 데이터, 정보, 그리고 이를 위한 컴퓨터 관련 기술을 활용하기 시작한 것은 빅데이터 시대가 도래하기 훨씬 이전부터다. 즉, 컴퓨터와 정보통신 기술이 도시 및 공간계획 분야에 활용되기 시작한 것은 메인프레임 컴퓨터가 개발되었던 1950년대 후반까지 거슬러 올라갈 수 있는데, 이후 지속적인 발전을 거듭하여, 특히 개인용 컴퓨터가 본격적으로 보급되던 1980년대 이후에는 도시 및 공간계획 분야에 특화된 의사결정지원체계인 계획지원체계(planning support systems) 개념이 태동하면서 보다 다양한 관점으로 전개되었다.

계획지원체계라는 용어는 1980년대 후반 Harris (1989)에 의해 처음 명명된 것으로 알려지고 있는데, 이때 계획지원체계란 입지선택 등 '장소'에 관한 특정한 의사결정 행위를 지원하기 위한 모형을 중심 기능으로 채택하고 있는 컴퓨터 기반의 정보시스템으로 정의되었다(Harris and Batty 1993).

그러나 컴퓨터와 정보통신 기술이 계속해서 발전하고, 도시 및 공간계획의 주요 관심도 변화함에 따라 계획지원체계의 개념도 이와 같은 변화를 반영하며 발전한다. Klosterman(1997)은 1990년대 이후 참여(participation)와 협동(collaboration)이 도시 및 공간계획의 주요 어젠다로 도입됨에 따라 계획지원체계의 기능도 특정한 전문가적 의사결정 지원뿐만이 아니라 협동적 계획 과정 전반을 지원할 수 있어야 한다고 주장하였다. 이때 계획지원체계는 일상적인 업무 처리가 아니라 중장기적인 문제와 전략적인 이슈를 주로 다룬다는 점에서 일반적인 정보시스템과는 차별화된다고 주장하였다.

www.kci.go.kr

Geertman and Stillwell(2003)은 계획지원체계를 다양한 유형의 계획활동을 지원하기 위한 이론(theory), 데이터(data), 정보(information), 지식(knowledge), 방법론(method), 도구(tool) 등이 결합된 정보기술로 파악하였는데, 특정 문제를 해결하기 위한 특화된 정보시스템의 성격을 넘어 다양한 구성요소와 활용방법을 포괄하는 프레임워크로 확대하여 파악하였다.

계획지원체계의 개념적 확장은 지속적으로 진행되고 있다. Batty(2008)는 오늘날의 계획지원체계란 모든 유형의 계획활동을 지원하는 어떠한 형태의 컴퓨터 활용도 포괄할 수 있다고 보았으며, 계획지원체계의 구성요소, 형태, 기능, 목적 등은 고정되어 있지 않고 열려 있는 명제(open questions)라고 주장하였다.

빅데이터 시대의 도래는 이와 같은 계획지원체계의 발전에 또 다른 시사점과 도전 과제를 주고 있다. 다양한 활용 가능성을 가지고 있는 공간 빅데이터는 보다 현장성 있고 구체적인 과학적 지식을 창출할 수 있으며 이를 활용할 경우, 향후의 국토 · 도시 및 공간계획과 각 부문에 다양한 시사점을 줄 수 있을 것으로 기대되고 있다(Batty 2013; Bettencourt 2013).

그러나 현재까지의 계획지원체계에 도입되고 사용 중인 데이터는 주로 공식적 통계자료 등과 같은 집계적(aaggregate)인 자료들이며, 이에 기반한 분석기법 등도 주로 정태적(static) 속성을 가지고 있다. 이러한 자료와 분석방법들이 더 이상 유용하지 않다는 것은 아니며 이를 활용하는 것도 여전히 필요할 것이다. 그러나 급속히 발전하는 정보통신 기술과 빠르게 증가하고 변화하는 데이터의 홍수 속에서 도시 및 공간계획 분야에서 공간 빅데이터를 계획지원체계 관점에서 어떻게 접근하고 활용할 것인지를 적극적으로 검토하고 대안을 만들어 나갈 필요성이 있다고 할 수 있다.

2. 공간 빅데이터 기반의 계획지원체계

빅데이터를 효율적으로 수집하고 활용하기 위해서는 다양한 정보통신 기술이 필요한데, 기존의 컴퓨팅 기술로는 빅데이터의 수집 · 관리 · 분석이 용이하지 않은 관계로 빅데이터를 구축하고 처리하기 위한 통합 환경으로써의 플랫폼 기술 등에 대한 논의도 활발하다.

빅데이터의 분석활용을 위한 계획지원체계가 어느 수준의 기술요소를 포함하여야 하는지에 관한 정답은 없다고 할 수 있다. 그러나 공간계획 분야에서 활용되는 계획지원체계의 경우 그 자체적으로 빅데이터를 수집하고 관리해야 할 필요성보다는, 외부에서 구축된 빅데이터를 구득하고 활용해야 할 필요성이 더욱 크다고 할 수 있다. 따라서 이와 같은 관점에서 보면 빅데이터의 기반기술보다는 활용기술에 대한 검토가 보다 중요하다고 할 수 있으며, 특히 이때 빅데이터 분석론(analytics)의 결합이 필수적이라고 할 수 있다.

빅데이터 분석론이란 빅데이터의 분석과 표현방법을 총칭하는 의미이며, 빅데이터를 통해 새로운 사실관계를 파악하거나 시사점을 도출하기 위해서는 반드시 필요한 요소라고 할 수 있다. 빅데이터 분석론도 다양한 방법과 기법을 포함하고 있는데 이를 구체적으로 유형화하여 살펴보면 다음과 같은 것들이 있다.

- 데이터 마이닝(data mining): 방대한 데이터로부터 알려지지 않은 새로운 정보를 추출하기 위한 기법(예: 감성 분석)
- 기계 학습(machine learning): 방대한 데이터로부터 규칙성을 학습하고 이에 기반하여 주어진 행위를 하도록 하는 방법(예: 스팸메일 필터링)
- 통계분석(computational statistics): 방대한 데이터

www.kci.go.kr

로부터 알려지지 않은 패턴 또는 상관관계를 발견하기 위한 기법(예: 군집 분석)

- 데이터 시각화(data visualisation): 숫자, 텍스트 등으로 구성된 복잡한 데이터를 직관적 이해가 가능하도록 시각적으로 표현하기 위한 방법(예: 인포그래픽)

위와 같은 빅데이터 분석론 중 본 논문에서 주된 관심을 가지고 있는 공간 빅데이터의 분석 활용과 관련해서는, 데이터 마이닝이나 기계 학습 등과 같은 비정형 데이터에 대한 분석방법론보다는 반정형 및 정정 데이터에 대한 통계적 분석과 과학적 시각화 방법이 상대적으로 중요하다고 할 수 있다. 이 경우 기 존재하는 공간분석과 계량분석 방법론과는 분리된 새로운 방법론이 반드시 필요하다기보다는 탐색하고자 하는 문제와 데이터의 특성 등에 따라 기존의 분석 방법론을 유연하게 적용할 수 있을 것이다. 다만 공간 빅데이터는 미시적인 시공간 차원을 가지고 있어 기존의 GIS 소프트웨어나 통계 패키지만으로는 효율적으로 수행하기 어려운 특징이 있다. 이를 보완하거나 대체할 수 있는 새로운 방법과 수단 또한 필요하다고 할 수 있다.

즉, 국토 · 도시 및 공간계획 분야에서 공간 빅데이터를 활용하기 위해서는 보다 진화된 분석모형과 활용시스템 등이 필요하다고 할 수 있는데, 본 논문에서는 공간 빅데이터를 국토 · 도시 및 공간계획 분야에 활용하기 위한 방법으로 '시각화(visualisation)-분석(analysis)-시뮬레이션(simulation)' 기능을 지닌 공간 빅데이터 기반 계획지원체계의 개념을 정립하고 구성요소를 실험 개발하고자 한다. 이 자체가 공간계획의 모든 것을 담을 수 있는 것은 아닐 것이나, 공간 빅데이터 분석과 활용의 차원을 보다 확장하여 제시하고자 하는 측면에서 의미를 가진다.

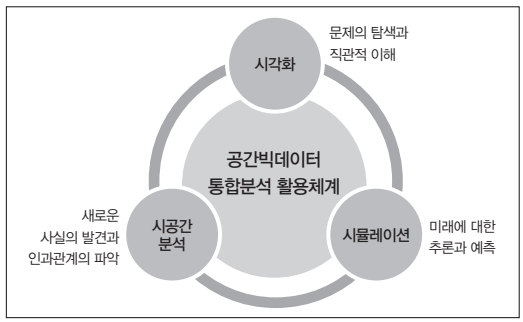
각 구성요소별로 주요 기능을 살펴보면 다음과 같다. 시각화는 복잡한 현상의 효과적 탐색과 직관적 이해를 위해 공간 빅데이터의 내용과 의미를 도면이나 도표로 표현하기 위한 기능을 수행한다. 시공간 분석은 빅데이터를 분석하여 알려지지 않은 새로운 사실을 발견하고 이에 대한 인과관계 등을 파악하기 위해 필요하다. 시뮬레이션은 빅데이터를 통해 현재의 문제 파악과 이해를 넘어 분석된 인과관계 등을 통해 미래에 대한 추론과 예측을 위한 역할을 수행한다.

각 구성요소별로 구현 방법을 살펴보면, 상업용 소프트웨어의 활용, 오픈소스 분석도구의 활용, 자체 개발 등을 통해 구현할 수 있으며, 강결합(tightly coupled) 또는 약결합(loosely coupled) 형태로 각 요소 간의 통합 및 연계가 가능하다.

본 논문에서는 이상과 같은 개념의 공간 빅데이터 분석활용을 위한 계획지원체계를 약결합 형태로 시험 개발하고 실증연구를 수행한다. 이를 위해 최근 빅데이터의 중요한 분석도구로 각광을 받고 있는 오픈소스 통계패키지인 R을 활용하여 각종 공간통계분석을 수행하는 한편, 오픈소스의 공간정보시각화 플랫폼인 프로세싱(Processing)과 리플렛(Leaflet) 등을 활용하여 공간 빅데이터를 시각화하고, 자바(Java) 프로그래밍 등을 통하여 동태적 시뮬레이션을 수행하는 등, 새로운 공간 빅데이터 분석 및 시각화 도구를 개발하고, 공간 빅데이터를 실제로 구득하여 실험연구를 수행하였다.

본 논문에서 제안하는 공간 빅데이터 기반의 계획지원체계의 개념적 모형은 〈그림 1〉과 같으며, 이를

그림 1 _ 공간빅데이터 분석활용을 위한 계획지원체계의 구성



출처: 김동한, 김준기, 강혜경, 강민규 외 2014, 64.

www.kci.go.kr

활용하여 수행한 실험연구에 대한 구체적 내용은 다음의 절에서 보다 자세히 소개한다.

Ⅳ. 공간 빅데이터를 활용한 실험 연구

1. 개요

이 장에서는 공간 빅데이터의 성격과 특성을 보다 구체적으로 파악하고, 공간계획 분야에서의 활용성과 시사점을 도출하기 위해 수도권 지역을 대상으로 건물 에너지 빅데이터를 구득하여 실험 연구를 수행하였으며,[1] 실험 연구의 주요한 내용은 다음과 같다.

온실가스 감축 등 범지구적 환경문제 대응과 유한한 에너지 자원의 효율적 이용을 위하여 수년 전부터 에너지 사용 절감이 국가적 정책과제로 부각되고 있는데, 국토 · 도시 및 공간정책 차원에서 이와 같은 에너지 문제에 대응하기 위하여 공간 빅데이터를 활용할 수 있다.

국토교통부는 '국가 건물에너지 통합 관리시스템 구축사업'을 추진하여, 약 680만 동에 달하는 전국의 건축물에 대한 에너지 소비통계 데이터베이스를 구축하고 있는데, 한국전력공사, 한국도시가스협회, 한국지역난방공사 등으로부터 각 수용가의 전기, 가스, 온수, 난방 사용량에 관한 정보를 제공 받아 이를 건축행정정보시스템의 건축물 대장 정보와 연계하고 있다. 해당 사업에서 이를 공간 빅데이터라고 명명하고 있지는 않으나 데이터의 내용과 성격을 살펴보면 개별 국민과 기업 등이 사용하는 에너지 소비에 관한 방대한 정보를 모든 건축물 정보와 연계하고, 에너지 소비에 관한 시계열적 정보도 지속적으로 업데이트한다는 점에서 국토 · 도시 및 공간계획 분야에서 활용가능한 중요한 공간 빅데이터의 하나라고 할 수 있다.

실험 연구를 위해 구득한 자료는 상기의 사업에서 구축 중인 개별 건축물별 에너지 사용량 데이터이며, 데이터의 공간적 범위는 수도권(서울, 인천, 경기) 전역의 개별 건축물 약 130만 건을 포함한다. 시간적 범위는 개별 건축물별 2013년의 월간 에너지 사용량이다.

해당 데이터는 건축물 대장과 에너지 사용량을 통합한 것으로, 이와 관련된 다양한 속성 정보를 포함하고 있으나, 실험 연구를 위해서는 그중 일부 항목만을 추출하여 사용하였으며, 내용적 범위 측면에서 본 논문에서 사용한 데이터를 구성하고 있는 구체적인 항목은 〈표 2〉와 같다.

2. 방법론

건물에너지 빅데이터는 〈표 2〉에서 보는 바와 같이 건축물 대장의 속성 테이블에 에너지 사용 정보를 연계하는 테이블의 형태를 가지고 있다. 따라서 이를 개별 건축물에 대한 위치성을 포함하는 공간정보로 변환시키기 위해서 각 건물의 주소 정보를 기반으로 주소값(PNU 코드)을 생성하고 이를 한국토지종합정보망(KLIS)에서 추출한 개별 필지 데이터의 주소값을 참조하여 통합하였다. 실험 연구에서는 이와 같이 데이터를 추가 가공한 후 데이터의 시각화, 공간분석, 시뮬레이션 등을 실시하고자 하였다. 각각에

1) 따라서 본 논문에서 분석에 활용한 데이터는 빅데이터에서 추출한 라지 데이터(large data)라고 할 수 있음. 빅데이터는 그 크기로 인하여 그 자체를 그대로 사용하여 분석하기는 어려우므로 이를 라지 데이터 또는 스몰 데이터로 추출 가공하여 분석하는 것이 필요하며(이만재 2012; Chen and Zhang 2014), 빅데이터의 크기가 축소되어 활용된다 하더라도 빅데이터 활용의 범주에 포함되어 많은 연구들이 수행되고 있음[예: 빅데이터 분석으로 자주 언급되는 사회연결망(SNS) 데이터의 분석도 해당 빅데이터 전체를 분석하는 것이 아니라 일부 샘플 데이터만을 분석하는 것임].

www.kci.go.kr

표 2 _ 건물에너지 빅데이터 내용

한글명	영문명	자료형	비고
지번 주소	JIBUN_ADDR	VARCHAR(200)	
새 주소	NA_ROAD_ADDR	VARCHAR(200)	
건출물 유형 구분 코드	BLD_TYPE_GB_CD	CHAR(1)	1: 건축물대장 2: 별도건축물 3: 건축인허가 4: 주택인허가 5: 신규생성
관리건축물PK	MGM_BLD_PK	VARCHAR(33)	
대장 구분 코드	REGSTR_GB_CD	VARCHAR(1)	1: 일반 2: 집합
대장 종류 코드	REGSTR_KIND_CD	VARCHAR(1)	1: 총괄표제부 2: 일반건축물 3: 표제부 4: 전유부
건물명	BLD_NM	VARCHAR(200)	
동명칭	DONG_NM	VARCHAR(200)	
대지면적	PLAT_AREA	NUMBER(19,9)	
건축면적	ARCH_AREA	NUMBER(19,9)	
건폐율	BC_RAT	NUMBER(19,9)	
용적률산정 연면적	VL_RAT_ESTM_TOTAREA	NUMBER(19,9)	
용적률	VL_RAT	NUMBER(19,9)	
연면적	TOTAREA	NUMBER(29,9)	
주 용도CD	MAIN_PURPS_CD	VARCAHR(5)	
기타 용도	ETC_PURPS	VARCHAR(1000)	
기타 구조	ETC_STRCT	VARCHAR(1000)	
세대수	HHLD_CNT	NUMBER(5)	
높이	HEIT	NUMBER(19,9)	
지상층수	GRND_FLR_CNT	NUMBER(5)	
지하층수	UGRND_FLR_CNT	NUMBER(5)	
부속건축물수	ATCH_BLD_CNT	NUMBER(5)	
부속건축물면적	ATCH_BLD_AREA	NUMBER(19,9)	
허가일자	PMS_DAY	VARCHAR(8)	
착공일자	STCNS_DAY	VARCHAR(8)	
사용승인일자	USEAPR_DAY	VARCHAR(8)	
에너지 종류 코드	ENGY_KIND_CD	VARCHAR(2)	11: 전기 12: 도시가스 13: 난방 14: 온수
사용연월	USE_YM	VARCHAR(6)	
사용량	USE_QTY	NUMBER(29,9)	
단위 코드	UNIT_CD	VARCHAR(2)	01: KWh 02: Nm^3 03: Gcal 04: MWh 05: Ton 06: Mcal 07: Kcal 08: MJ 09: L 10: m^3

출처: 김동한, 김준기, 강혜경, 강민규 외 2014, 67.

www.kci.go.kr

활용된 방법론에 대한 전반적인 내용은 다음과 같다.

먼저 시각화 측면에서는 오픈소스 기반의 웹매핑 플랫폼인 리플렛(Leaflet)을 활용하여 시각화 모형을 개발하고 개별 건물별로 에너지 사용량의 공간적 분포를 시각화하였는데, 이때 국토교통부의 브이월드(vWorld)[2]에서 제공하는 공간정보를 바탕도면으로 활용하여 기 존재하는 공간정보 서비스와 빅데이터 활용을 연계하고자 하였다.

다음으로 분석 측면에서는 먼저 오픈소스 통계패키지인 R을 활용하여 개별 건축물의 에너지 사용량(total usage)과 사용강도(use intensity) 두 가지 측면에서 기술통계량 분석을 수행하였는데, 사용량은 각 건축물별 에너지 사용량을 의미하며, 사용강도는 건축물의 단위 면적당 에너지 사용량을 의미한다. 이는 건축물의 규모가 커지고 사용자가 많아질수록 에너지 사용량도 커지는 경향이 있으므로, 총사용량뿐만 아니라 해당 건축물의 단위 면적당 에너지 소비를 파악하여, 에너지 사용이 상대적으로 높거나 낮은 경우를 분석하고 이를 단위 건축물의 에너지 사용 효율성으로 파악하고자 하기 위함이다. 그리고 이와 같이 도출된 기술 통계량을 활용하여, 에너지 사용량과 사용강도의 공간적 분포 특성을 체계적으로 파악하기 위해 핫스팟 분석(Getis-Ord Gi*)을 실시하였다.

마지막으로 건물에너지 데이터를 활용한 시뮬레이션 측면에서는 통계적 인과관계에 기반하여 미래에 발생가능한 변화를 살펴보고자 하였다. 이를 위해 먼저 R을 활용하여 에너지 사용량과 사용강도에 건축물 사용연한(노후도)이 미치는 영향을 파악하기 위한 회귀분석을 먼저 실시하였다. 그리고 도출된 회귀식에 기반하여 미래에 건축물이 노후됨에 따라 변화하는 에너지 사용량과 사용강도의 공간적 분포 변화를 시뮬레이션하고자 하였는데, 오픈소스 기반의 Processing을 활용하여 동태적 시각화 모형을 개발하고 시뮬레이션을 수행하였다.

3. 수행 결과

1) 시각화(visualization)

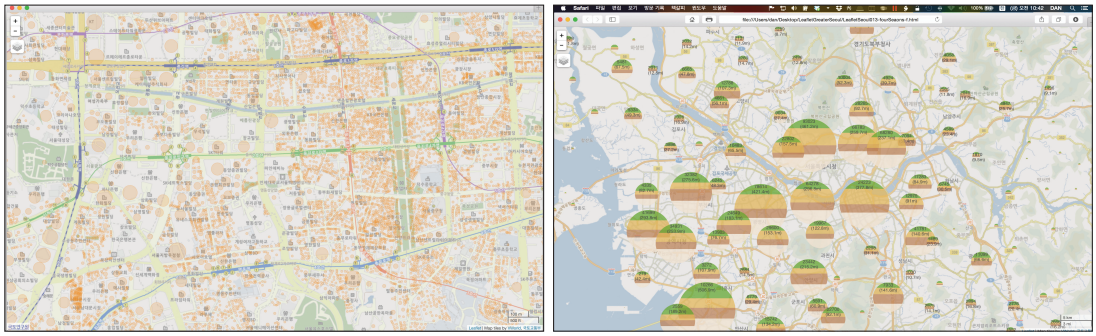
에너지 소비의 공간적인 분포 특성을 파악하고 인터넷으로 공개하여 살펴볼 수 있도록 하여 국민과 기업이 에너지 소비를 줄일 수 있도록 하고 나아가 에너지 절감형 공간정책 등의 기초자료로 활용할 수 있다. 예를 들어, 영국의 에너지 및 기후변화부(Department of Energey and Climate Change)는 개별 건축물의 에너지 사용 데이터를 기반으로 국가열지도(National Heat Map)를 작성하여 에너지 사용의 공간적 분포를 분석하고 인터넷상에서 구글맵과 매쉬업하여 일반 국민에게 공개하고 있기도 하다.

우리나라의 경우 건물에너지 빅데이터를 활용하면 에너지 사용의 공간적인 패턴과 개별 건축물의 사용 특성 등을 구체적으로 시각화하여 제공할 수 있다. 〈그림 2〉는 본 연구에서 개발한 건물에너지 데이터의 시각화 모형을 통해 개별 건축물의 에너지 사용 현황을 시각화한 것이다. 수도권의 모든 개별 건축물에 대한 전기에너지 사용량을 원형의 도표 형태로 표현하였다. 개별 건축물의 위치에 표시되는 원의 크기가 클수록 해당 건축물의 에너지의 사용량이 많음을 의미하는데, 지도를 축소할 경우 사전에 정의한 단위 지역별로 군집화되면서 지역적 에너지 사용의 비교를 가능하게 하며, 계절별 사용량의 변화도 비교할 수 있게 한다. 공간 빅데이터 시각화의 사실성을 높이기 위하여 백그라운드의 지도를 결합하여 참조 정보를 활용하고자 하였다. 이때 브이월드에서 제공하는 지

2) 국토교통부에서 운영 중인 공간정보 오픈 플랫폼. www.vworld.kr.

www.kci.go.kr

그림 2 _ 건물에너지 빅데이터 시각화



주: 붉은색 원은 각 건축물당 에너지 사용량을 의미하며 크기가 클수록 사용량이 많음을 의미함.
출처: 김동한, 김준기, 강혜경, 강민규 외 2014, iv; 72.

도를 실시간으로 불러올 수 있도록 하여 서로 다른 공간 빅데이터 간의 융복합을 도모하였다.

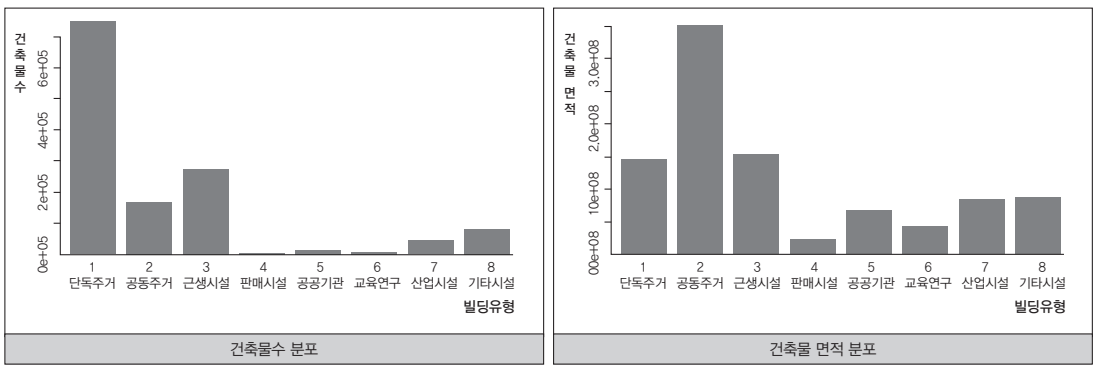
2) 분석(analysis)

시각화가 복잡한 현상의 직관적 이해를 돕기 위함이라면 분석은 복잡한 현상을 관통하는 상관관계나 인과관계를 이해하는 데 주요한 목적이 있다.

이러한 배경하에 본 실험 연구에서는 건축물의 특성과 유형별로 에너지 사용특성이 어떻게 변화하는지 살펴보고자 하였다. 이를 위해 먼저 모든 건축물을 8개의 유형[3]으로 구분하고 각 유형별로 에너지 사용특성을 분석하였다.

분석 결과를 간략히 소개하면 다음과 같다. 먼저 건축물 유형별로 에너지 사용패턴이 다르게 나타남을 알 수 있다. 예를 들어, 개별 건축물의 수는 단독주택이 가장 많으나(〈그림 3〉 참조), 전기 에너지 사용량은 산업시설과 근린생활시설이 많다(〈그림 4〉 참조). 건축 연면적의 경우 공동주거가 가장 높은 비중을 차지하고 있으나(〈그림 3〉 참조), 단위면적당 전기에너지 사용량은 판매시설과 교육연구시설에서 가장 높게 나타나고 있다(〈그림 4〉 참조).

그림 3 _ 건축물수와 면적 분포

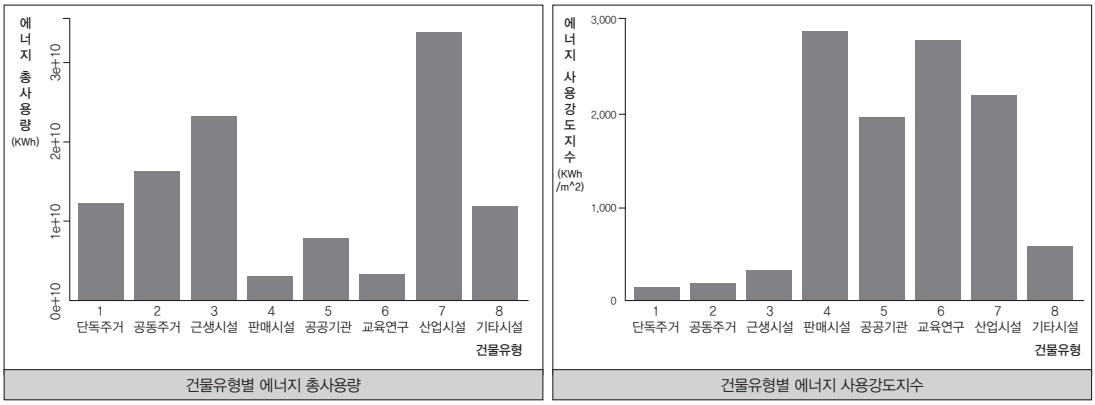


출처: 김동한, 김준기, 강혜경, 강민규 외 2014, 70.

3) 건축물대장의 건축물 유형에 관한 정보를 기반으로 단독주거, 공동주거, 근린생활시설, 판매시설, 공공기관, 교육연구, 산업시설, 기타시설 등으로 구분하였음. 분석의 편의를 위하여 상기와 같이 구분하였으나 연구 목적 등에 따라 다양하게 분류할 수 있을 것임.

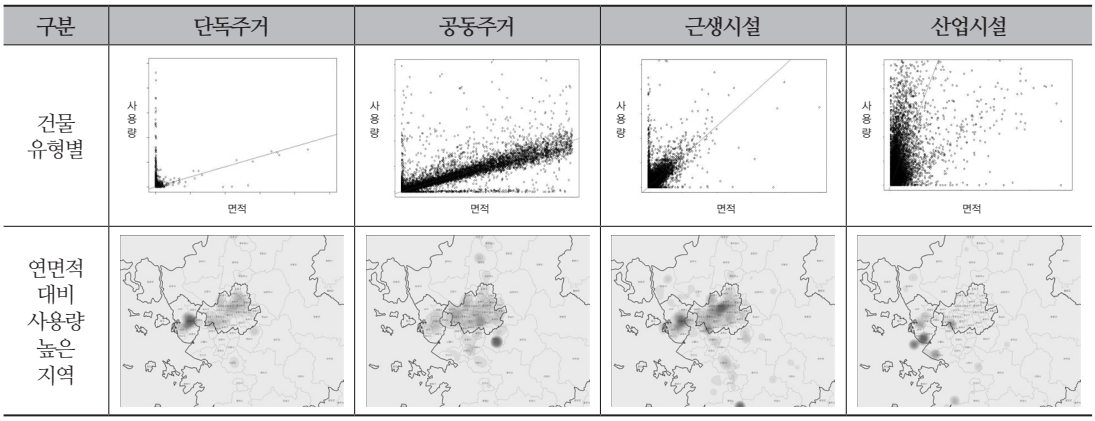
www.kci.go.kr

그림 4 _ 건축물 유형별 에너지 총사용량과 사용강도지수



출처: 김동한, 김준기, 강혜경, 강민규 외 2014, 70.

그림 5 _ 건물면적과 전기에너지 사용관계 분석 사례



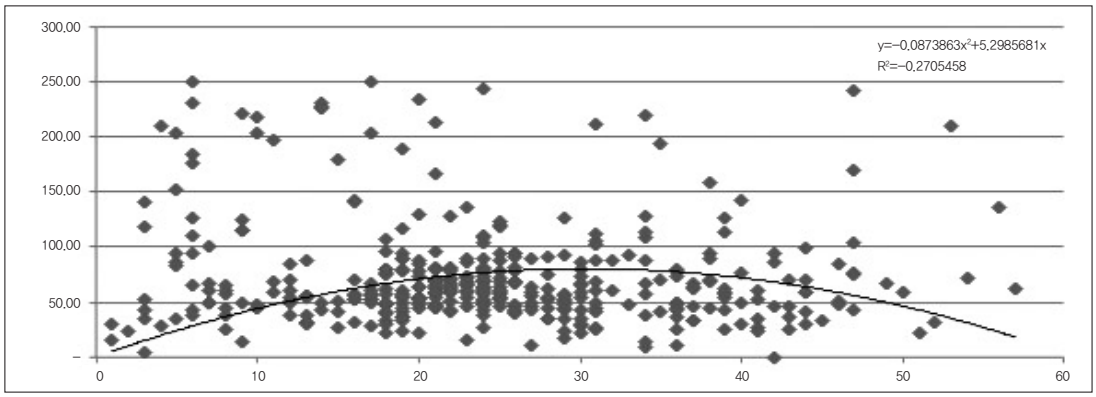
출처: 김동한, 김준기, 강혜경, 강민규 외 2014, 73; 75.

일반적으로 건축 연면적과 에너지 사용량의 관계는 비례관계에 있다고 할 것이나 각 건축물 유형별로 서로 다른 관계를 보여주고 있다. 단독주거 및 공동주거의 경우에 연면적의 증가에 따른 에너지 소비량의 증가가 상대적으로 완만하다고 할 수 있는 데 반하여, 근생시설 및 판매시설의 경우 면적이 증가할수록 사용량도 보다 급속히 증가한다고 할 수 있고, 산업시설의 경우 연면적 대비 사용량의 증가 추세가 가장 높게 나타나고 또한 건축물 유형별로 에너지 사용량의 공간적 분포를 살펴보기 위하여 핫스팟 분석을 실시하였다. 핫스팟 분석으로 총사용량이 높게 나오는 지역의 경우는, 해당 지역에 상대적으로 건물의 밀집도가 높거나 에너지 수용가가 많은 경우라고 할 수 있어 에너지의 안정적 공급이 우선적으로 고려되어야 하는 지역이라고 할 수 있으나, 사용강도가 높게 나타나는 지역의 경우 단위 면적당 에너지 사용이 많고 비효율적인 성격을 가지고 있다고 할 수 있어 에너지 절감 정책의 우선 관심 대상이 되는 지역이라고 할 수 있다.

결과를 살펴보면 동일한 건축물 유형이라도 수도권 내부의 각 지역별로 에너지 사용 특성이 상이하게 나타나는데(〈그림 5〉 참조), 산업시설의 경우 경기도

www.kci.go.kr

그림 6 _ 건축물 노후도와 에너지 사용효율성의 관계



안산시의 전기 에너지 사용이 상대적으로 높고, 근생시설의 경우 서울시 종로, 경기도 부천 등의 에너지 사용이 상대적으로 높게 나타나는 등 차별화된 공간분포를 보이고 있음을 알 수 있다.

이상과 같이 건물에너지 빅데이터를 분석한 결과 기존의 총량적 에너지 조사자료로는 파악할 수 없는 새로운 에너지 사용패턴을 알 수 있었으며, 심화분석 등을 통하여 에너지 사용 수요와 공간환경의 관계에 관한 후속 연구 등을 통하여 자원절감형 국토 · 도시 정책에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

3) 시뮬레이션(Simulation)

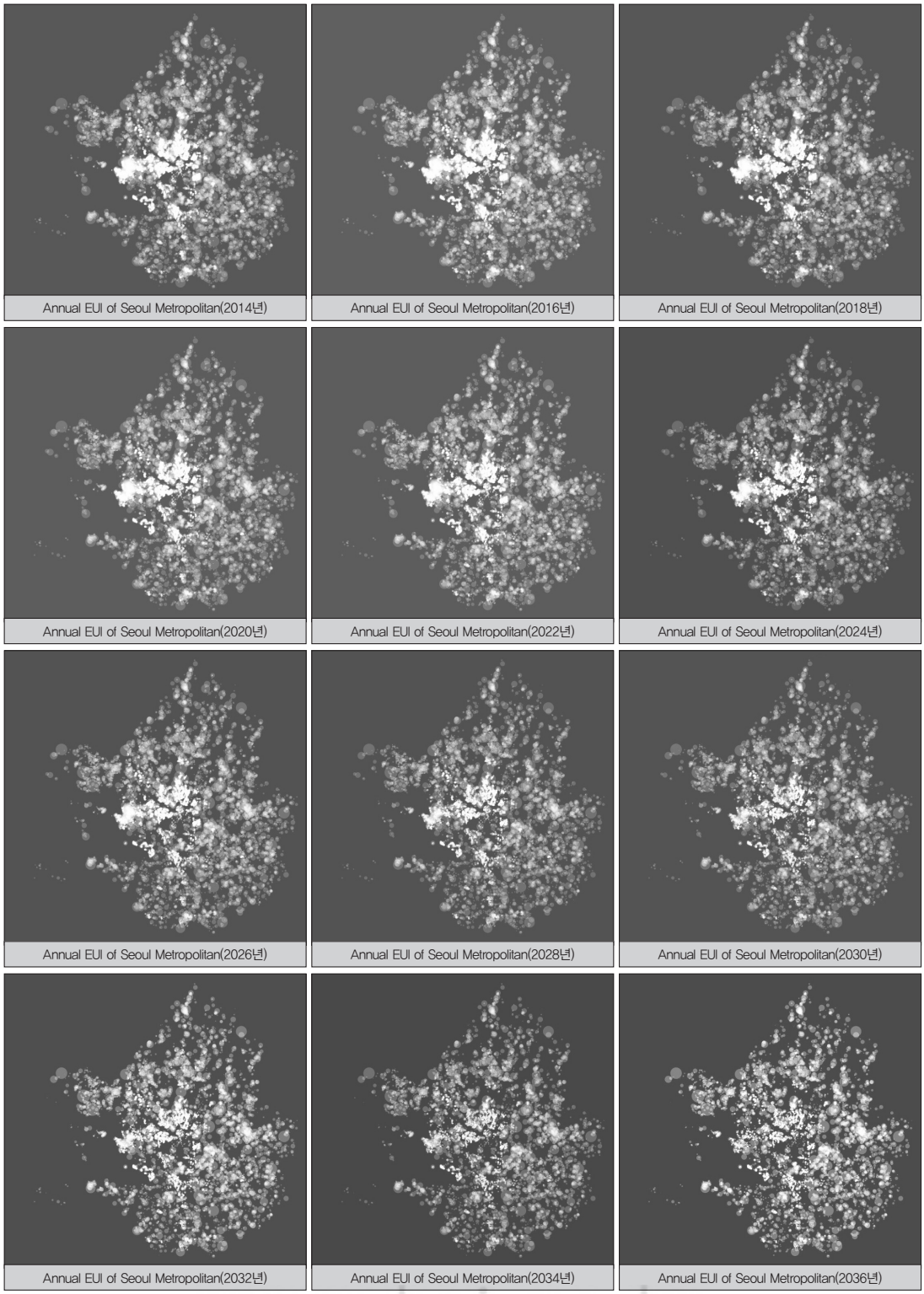
한편 이러한 인과관계에 기반하여 미래에 대한 논리적 추론과 예측도 가능하다. 건축물이 노후됨에 따라 에너지 사용효율성이 저하되고 결과적으로 건축물 단위 면적당 에너지 사용량이 증가한다면 이를 시뮬레이션하여 시간의 경과에 따라 에너지 사용 효율성이 저하되는 건축물과 해당 건축물이 집중되어 있는 지역을 파악하고 이를 통해 건축물 리모델링 지원 대상 지역을 사전에 예측해 보는 것이 가능할 것이다. 이러한 배경하에 각 건축물의 에너지 사용효율성은 건축물의 사용 연한(노후도)과 일정한 관계가 있을 것으로 전제하고 이러한 관계를 살펴보고자 하였다. 위하여 먼저 이에 적합한 함수를 도출하고자 하였다.

단독주거를 대상으로 건축물 노후도가 에너지 사용효율성에 미치는 영향을 파악하기 위한 분석을 실시한 결과 단순선형함수의 형태보다는 지수함수 형태가 보다 설명력이 높았으며 따라서 〈그림 6〉과 같은 다항식의 형태로 관계식을 도출하였다.

향후 후속 연구를 통해 이와 같은 에너지 효율성 분석에 관한 연구를 확장할 수 있을 것이다. 그러나 이 연구에서는 이와 같은 유형의 분석을 통해 유의미한 인과관계를 도출한 뒤, 이를 기반으로 시공간적 시뮬레이션을 수행하면 빅데이터의 분석을 통한 현실의 파악뿐만 아니라 빅데이터를 통한 미래 예측까지 수행할 수 있다는 취지의 실험 사례로 분석을 시행하였다. 그리고 이와 같은 배경하에 앞에서 도출된 함수를 기반으로 사례지역의 미래에 건축물 노후화가 진행되면서 변화하는 에너지 사용효율성 변화의 공간적 분포를 시뮬레이션하기 위한 모형을 개발하였다. 이 모형에서는 시간단위가 한 단계(1년) 증가할 때마다, 에너지 사용강도지수가 변화하고, 모든 건축물은 고유한 사용 연한 정보를 가지고 있으므로, 시간의 경과와 함께 노후도가 심화되고 에너지 효율성이 저하되는 지역이 발생하게 된다. 이러한 시뮬레이션을 통해 에너지 절감을 위한 리모델링이 필요하게 될 지역을 사전에 파악하여 볼 수 있다(〈그림 7〉 참조).

www.kci.go.kr

그림 7 _ 건축물 노후화에 따른 에너지 사용효율성 변화 시뮬레이션



출처: 김동한, 김준기, 강혜경, 강민규 외 2014, 87.

www.kci.go.kr

4. 실험 연구의 시사점

이상과 같이 건축물 빅데이터를 대상으로 분석을 수행한 결과 현실세계에 대한 보다 풍부한 지식과 정보를 제공하며, 이러한 새로운 지식과 정보는 공간계획 분야에 새로운 시사점을 제공한다고 할 수 있다.

수도권의 에너지 사용 특성을 분석한 결과를 통해서 볼 때, 기존과 같이 산업자원 관점 중심의 비공간적인 시각으로 에너지의 수요를 관리하기보다는 공간정책적인 관점을 병행하여 건축물 유형, 지역별 특성 등을 고려한 에너지 수요 관리와 절감대책을 마련할 경우 보다 효과적인 에너지 정책의 수립과 집행이 가능할 것이라고 할 수 있다.

특히 정부는 개별 건축물을 대상으로 건축물 에너지 사용 효율화를 위한 각종 규제정책 및 개선정책 등을 시행하고 있는데, 특히 건축물의 에너지 효율성을 제고하기 위한 그린리모델링 사업의 시행대상 등을 선정할 때 건물에너지 빅데이터 분석을 통해 보다 구체적인 기준 등을 마련하고 정책에 반영할 수 있을 것이다. 또한 개별 건축물의 에너지 관리 차원에서 더 나아가, 건조환경(built environment), 개발밀도 등이 에너지 사용에 미치는 영향을 보다 면밀히 분석하고, 이를 기반으로 국토 · 도시 정책 관점에서 사용자별 · 지역별 특성에 따른 에너지 절감형 정책을 발굴하고 시행할 수 있을 것이다.

Ⅴ. 결론 및 향후 과제

공간 빅데이터의 구축 등을 위한 소프트웨어와 하드웨어의 발전이 빠르게 진행되고 있으며, 빅데이터를 활용하여 의사결정의 효율성과 효과성을 제고한 우수사례들이 축적되고 있다. 그러나 빅데이터의 존재론적 실체에 관해서는 아직 불확실성이 높으며, 빅데이터를 분석하기 위한 특화된 방법론의 발전은 빅데이터를 구축하고 처리하기 위한 기술의 발전에 비해 상대적으로 더디게 진행되는 한계도 있다.

그럼에도 불구하고 본 논문에서의 실험 연구 등을 통하여 살펴본 결과, 공간 빅데이터의 분석을 통해 기존과는 다른 새로운 관점에서 공간문제를 이해할 수 있으며, 국토 · 도시 및 공간계획의 현장성과 참신성을 높일 수 있는 중요한 수단으로 활용할 수 있음을 확인할 수 있었으며, 한편으로는 공간 빅데이터 활용의 한계점도 파악할 수 있었는데, 이를 정리하면 다음과 같다.

먼저 데이터의 수집 및 조달 측면에서 보면 공공기관의 홈페이지 등을 통해 공개되고 있는 데이터는 구체성이 부족한 상황이다. 보다 구체적이고 질 높은 데이터를 구득하기 위해서는 별도의 절차가 필요하며, 일부 데이터는 개인정보 등의 문제로 구득 불가하다는 점이 있다. 또한 데이터의 구득과 추가 가공에 많은 시간과 노력이 필요하다는 점이 있다.

데이터의 분석 및 시각화 측면에서는 빈도분석, 패턴분석 등 기존의 분석 방법론을 활용할 수 있으나, 인과관계 파악, 미래 경향 파악 등을 위해서는 공간 빅데이터의 성격에 맞는 새로운 분석방법과 모형 개발이 필요함을 알 수 있었다. 또한 공간 빅데이터의 의미와 분석 결과를 이해하기 위해서는 창의적이고 과학적인 시각화 방법과 도구 개발이 필수적이라고 할 수 있다. 이러한 시각화를 통해 복잡한 현상의 정수(essence)를 효율적으로 전달할 수 있으며, 이는 일반 국민 등 비전문가 집단과 의사소통에 중요한 역할을 수행하게 될 것이다. 도표, 그래프, 도면 등 사회과학 분야에서 각종 자료를 표현하는 전통적 방법만으로는 공간 빅데이터의 의미 전달에 한계가 있으며, 공간 빅데이터의 의미를 입체적이면서도 직관적으로 전달할 수 있는 새로운 매체가 필요하다.

실험 연구에서 수행한 기술통계량 분석, 핫스팟 분석, 인과관계 추정 등은 빅데이터 분석에만 특화된

www.kci.go.kr

방법론은 아니며, 기존의 데이터 분석을 위해서도 빈번하게 사용되는 방법론이다. 정형의 빅데이터 분석은 기본적으로는 이와 같은 기존의 통계적 분석방법론을 적용하여 수행 가능함을 알 수 있었다. 그러나 한편으로는 무수히 많은 미시적 레코드들을 분석하는 것은 여러 가지 기술적 · 방법적 한계도 있다고 할 것이다. 이러한 문제와 관련하여서는 향후 빅데이터에 특화된 분석방법론의 개발이 지속적으로 수행되면서 보완되어야 할 부분이라고 할 수 있다.

한편 본 실험 연구에서 제시한 바와 같이 도출된 인과관계에 기반하여 예측적 시뮬레이션을 수행하여 미래를 탐색하는 방법도 모색할 필요성이 있으며, 오픈소스 플랫폼 등을 활용하여 빅데이터를 분석하여 나타나는 결과를 정책결정자가 손쉽게 이해하고 탐색할 수 있게 하고, 필요 시 일반 국민에게 손쉽게 정보를 전달할 수 있게 하는 시각적 모형도 빅데이터 활용의 중요한 부분임을 알 수 있다.

마지막으로 공간 빅데이터를 국토 · 도시 분야에 활용하기 위해서는 적절한 분석 수단과 방법론이 필요하다고 할 수 있는데 본 논문에서 제안한 것과 같은 시각화–분석–시뮬레이션 기능을 포괄하는 공간 빅데이터 기반의 계획지원체계를 보다 구체적으로 개발하고 범용적인 활용이 가능하도록 추가적인 연구개발이 필요하다고 할 수 있다.

참고문헌

김동한, 김준기, 강혜경, 강민규, 한우석, 성혜정, 박준, 김은빈. 2014. 공간 빅데이터를 활용한 국토 · 도시 정책방안 연구. 안양: 국토연구원.

김대종, 윤서연. 2013. 빅데이터를 활용한 국토정책반응 모니터링 및 정책수요 예측방안. 안양: 국토연구원.

김미정, 김대종, 이영주. 2013. 과학적 국토정책을 위한 공간 빅데이터 활용방안. 안양: 국토연구원.

김성태. 2011. 신가치창출 엔진, 빅 데이터의 새로운 가능성과 대응 전략. IT & Future Strategy 18호. 서울: 한국정보화진흥원.

김용승, 신성웅, 강치호, 김희섭, 이광재, 이덕규, 김민수 외. 2013. 공간정보에 기초한 빅데이터 분석 및 활용 기술개발 기획보고서. 안양: 국토교통과학기술진흥원.

박원준. 2012. '빅데이터(Big Data)' 활용에 대한 기대와 우려. 방송통신전파저널 7권, 51호: 28–47.

백인수, 정지선. 2012. 빅데이터 시대: 데이터가 이끌어가는 정부혁신, IT & Future Strategy 10호. 서울: 한국정보화진흥원.

이만재. 2012. 빅 데이터 어낼리틱스와 공공 데이터 활용. 정보과학회지 30권, 6호: 33–39.

_____. 2013. 공공 데이터 어낼리틱스와 비주얼라이제이션. 정보과학회지 31권, 3호: 101–107.

이재현. 2013. 빅데이터와 사회과학: 인식론적, 방법론적 문제들. 커뮤니케이션 이론 9권, no.3: 127–165.

조성우. 2011. 빅데이터 시대의 기술. 서울: KT종합기술원.

한국정보화진흥원. 2012. 새로운 시대를 여는 빅데이터 시대. 서울: 한국정보화진흥원.

Batty, M. 2008. Planning support systems: Progress, predictions, and speculations on the shape of things to come. In *Planning Support Systems for Cities and Regions*. R. K. Brail ed.: 3–30. Cambridge, Massachusetts: Lincoln Institute of Land Policy.

_____. 2013. Big data, smart cities and city planning. *Dialogues in Human Geography* 3, no.3: 274–279.

Bettencourt, L. M. A. 2013. The uses of big data in cities Santa Fe Institute: *SFI Working Paper.*

Chang, R. M., Kauffman, R. J. and Kwon, Y. 2014. Understanding the paradigm shift to computational social science in the presence of big data. *Decision Support Systems* 63: 67–80.

Einav, L., and Levin, J. D. 2014. *The Data Revolution and Economic Analysis. In Innovation Policy and the Economy Volume 14. Chicago*: University of Chicago Press.

Forester, J. 1989. *Planning in the Face of Power.* Berkeley, CA: University of California Press.

Frederiksen, L. 2012. Big data. *Public Services Quarterly* 8, no.4: 345–349.

Friedmann, J. 2007. *Planning in the public domain: Twenty years on.* PND Ausgabe.

Gartner. 2011. *Hype Cycle for Emerging Technologies 2011.* Stamford: Gartner.

Geertman, S. and Stillwell, J. 2003. Planning support systems: An introduction. In S. Geertman and J. Stillwell eds. *Planning Support Systems in Practice:* 3–22. New York: Springer.

www.kci.go.kr

Harris, B. 1989. Beyond geographic information systems. *Journal of the American Planning Association* 55, nol.1: 85-90.

Harris, B. and Batty, M. 1993. Locational models, geographic information and planning support systems. *Journal of Planning Education and Research* 12, no.3: 184-198.

Healey, P. 1997. *Collaborative Planning: Shaping Places in Fragmented Societies.* London: Macmillan.

IBM. 2012. *Analytics: The Real-World Use of Big Data. Somers.* New York: IBM Global Services.

IDC. 2012. *Big Data Technology and Services Forecast*. Framing ham: IDC.

Innes, J. E. 1998. Information in communicative planning. *Journal of the American Planning Association* 64, no.1: 52-63.

Kitchin, R.(2014), The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal* 79, no.1: 1-14

Klosterman, R. 1997. Planning support systems: A new perspective on computer-aided planning. *Journal of Planning Education and Research* 7:45-54.

Laney, D. 2001. 3D *Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety*. http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf. (2015년 7월 5일 검색).

Philip Chen, C. L. and Zhang, C. Y. 2014. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data. *Information Sciences* 275: 314-347.

• 논문 접수일: 2015. 10. 10
• 심사 시작일: 2015. 10. 26
• 심사 완료일: 2015. 11. 24

요약

주제어: 계획지원체계, 빅데이터, 공간 빅데이터, 빅데이터 분석론

정보통신기술의 발전으로 국민과 기업의 각종 활동에 대한 방대한 빅데이터가 실시간 축적되고 있다. 빅데이터는 국민과 기업의 활동에 관한 세부적인 정보를 포괄하고 있어, 국토・도시 분야에서는 국민체감형 정책을 수립하고 집행하는 데 이를 활용할 수 있다. 따라서 국토・도시 분야에서의 빅데이터 활용 가능성과 활용방법 등을 살펴보고 이를 통해 국토・도시 분야의 발전을 도모함과 동시에 공간 빅데이터 분야의 발전방향을 제시할 필요성이 있다.

이와 같은 배경하에 본 논문은 공간 빅데이터의 개념과 범위를 구체화하고, 국토・도시 및 공간계획 분야에서 이를 보다 구체적으로 활용하기 위한 방안을 모색하고자 한다. 이를 위해 먼저 빅데이터와 공간 빅데이터의 개념을 고찰한 뒤, 계획 분야에서의 빅데이터의 의미와 활용방향을 모색한다. 그리고 공간빅데이터를 활용하기 위한 계획지원체계의 개념적 틀을 정립한 뒤, 이를 기반으로 시각화-분석-시뮬레이션 모형을 개발하고 건물에너지 공간 빅데이터를 활용하여 실험 연구를 수행한다. 그리고 시사점을 도출하여 국토・도시 및 공간계획 분야에서 공간 빅데이터의 구축을 촉진하고 이를 활용하여 국민이 공감할 수 있는 국토・도시 정책을 개발하기 위한 향후 과제를 제시하였다.

www.kci.go.kr