

재현성과 반복가능성이 고려된 지역활력 대시보드 개발

이원도¹⁾, 윤소연²⁾, 강전영³⁾

Reproducible and replicable digital dashboard for navigating regional vibrancy

Won Do Lee¹⁾, Soyeon Yoon²⁾, Jeon-Young Kang³⁾

요약 : 인구감소 및 지방소멸 대응 정책과 전략수립을 위해서는 중앙정부와 기초 및 광역 지방자치단체의 협력체계 구축 및 지역별 여건에 대한 폭넓은 이해를 바탕으로, 사회환경 변화에 따른 지역의 인구변동 및 인구감소 위기를 탐지할 수 있는 지표와 도구가 필요하다. 이에 본 연구에선 지역을 일종의 유기체로서, 인구 및 소비활동이 얼마나 건강하고 역동적인지를 탐색할 수 있고, 나아가 인구감소위기에 직면한 주요지역 선정을 확인할 수 있는 지역활력도에 주목하였다. 특히, 빅데이터를 활용하여 사회적 활력, 경제적 활력수준 평가와 지역별 정주여건 수준을 함께 고려하여 작성된 지역활력도의 활용성 제고를 위해 디지털 대시보드를 설계하여 구현하였다. 구현된 디지털 대시보드는 지역간 비교를 통한 격차확인 가능하며, 사용자가 원하는 지역의 시계열 변화에 따른 상이한 인구감소 문제 대응방향과 주도적인 해결방안 모색에 기여할 수 있다. 또한, 본 연구는 연구의 투명성 확보를 위하여 개방형 저장소에 연구데이터 및 코드를 공유하였으며, 이를 통해 연구의 재현성과 반복가능성 또한 보장되었다.

주요어: 인구감소지역, 디지털 대시보드, 지역활력도, 지역 모니터링, 재현성과 반복가능성

Abstract : An advanced understanding of the regional characteristics helps to tackle demographic challenges and socioeconomic inequalities. This study seeks to measure regional vibrancy for analysing the spatial and temporal relationships of human dynamics and space by social and economic vitality. The research was founded on using novel data sources, enabling exploring differences in regional vibrancy indicators over space and time. It helps to identify prominent regions that have suffered from population shrinking, and develop solutions to foster local initiatives, including local government, active numbers of the communities and businesses, to create action plans by coordinating efforts for the areas. This task is achieved by developing and operating services through digital dashboards as a monitoring system to navigate changes in regional vibrancy over time. To This end, we shared codes and publicly available datasets to replicate and reproduce the same, or sufficiently similar results as the original, responsible for the end-users.

Keywords: Population decline, digital dashboards, regional vibrancy, monitoring system, reproducibility and replicability

※ 재심을 위해 수정, 보완한 부분은 파란색으로 표기하였습니다. 참조하시기 바랍니다.

- 1) 한국지방행정연구원 지역균형발전실 부연구위원 (Associate Research Fellow, Korea Institute for Local Administration, wondo.lee@krila.re.kr)
- 2) 한국지방행정연구원 지역균형발전실 부연구위원 (Associate Research Fellow, Korea Institute for Local Administration, syoon@krila.re.kr)
- 3) 공주대학교 지리교육과 조교수 (Assistant Professor, Department of Geography Education, Kongju National University, geokang@kongju.ac.kr)

I. 서론

저출산, 고령화로 인한 자연적 인구감소와 더불어 지방에서 인접 대도시로의 인구유출과 같은 사회적 인구감소는 지방소멸 위기를 가속화하고 있다(김현호 외, 2021; 고문익·김걸, 2021a; 이상람 외, 2018). 인구 및 경제력의 수도권 집중은 일자리, 주택, 교통인프라 등 지역발전 제반 분야에서의 불균형을 초래하였고, 지역 간 불균형은 다시 지방의 인구 유출을 심화시켜 소도시를 중심으로 공동체 붕괴와 함께 발전 동력 상실이라는 문제를 발생시켰다(박진경·김선기, 1997). 이처럼 대한민국의 인구감소 위기는 비단 지역의 문제로 한정된 것이 아니라, 구조적인 악순환을 통한 지방소멸 위기 및 국가 성장동력 감소를 초래하므로(김태환 외, 2020), 종합적이고 장기적인 관점에서 원인을 파악하고 대응전략을 마련하는 것이 중요하다(고문익·김걸, 2021b; 김병석·서원석, 2014; 김홍석, 2021).

정부는 「인구감소지역 지원 특별법」을 공포(2022.06.10.) 및 시행(2023.01.01.)하여 인구감소지역을 선정하고, 해당 지역의 정주여건 개선을 중심으로 한 특례지원을 통해 지역사회의 활력을 증진하려는 노력에 앞장서고 있다(행정안전부, 2022). 특히, 지역 실정을 잘 아는 기초 및 광역 지방자치단체(이후 지자체)가 주도하여 생활인구 확대 및 주민의 생활편의 증진을 위한 정책을 발굴하도록 하고 있다. 이는 지역의 인구감소위기에 효과적으로 대응하기 위해선 지역별 여건과 환경에 대한 올바른 이해가 선행되어야 한다는 기초에 기반한 것으로서, 지역의 여건 및 제반 환경에 따라 인구감소가 발생하게 된 원인이나 문제를 타개하기 위한 접근방식이 다르기 때문이다. 다만, 지역 상황을 포괄적으로 이해하기 위해서는 단일 시점이 아닌 장기적 흐름에서 지역에 발생한 변화를 파악하고, 주변 및 전국의 유사지역과 비교를 통해 상대적인 수준을 판단할 수 있는 지표가 필요하다(김영룡, 2020). 또한, 방대한 양의 정보를 분석하고, 결과를 빠르고 쉽게 확인할 수 있는 플랫폼을 통해 지자체의 의사결정을 지원할 필요가 있다.

이러한 가운데 최근 코로나-19 팬데믹 상황에서 정보를 실시간으로 제공하여 개인의 행태 및 정책 의사결정에 기여하는 디지털 대시보드(이후 대시보드)의 활용이 주목받고 있다(Dong et al., 2020). 대시보드는 도시 공간의 다양한 주제가 포함된 정보를 실시간으로 제공하는 플랫폼으로써 주요시설 및 현황에 대한 모니터링을 가능케 한다(Batty, 2015; Kitchin et al., 2015). 또한, 데이터 분석결과와 시각화 서비스를 통해 방대한 정보를 효과적으로 전달하고, 연구결과 공유를 통해 사용자들이 상호작용할 수 있는 사회적 소통창구로도 활용될 수 있다(이원도, 2022). 대표적으로 Lee et al. (2022)는 영국의 옥스퍼드 거주자들의 개인 모빌리티 데이터를 기반으로 대기오염노출 정보를 수집하고, 이를 대시보드를 통해 공개함으로써 신속한 정보교류와 더불어 사용자들의 의견수렴이 가능하게 하여 연구결과물의 활용성을 높였다. 또한, 대시보드는 연구결과물의 투명성을 높이고, 연구성과 확산을 위해 강조되고 있는 재현성(Reproducibility) 및 반복가능성(Replicability) 확보에 활용될 수 있다.

재현성과 반복가능성은 다른 연구자가 같은 (혹은 유사한) 데이터 및 방법론을 사용했을 때 얼마나 유사한 결과가 도출될 수 있는지를 의미하는 개념으로서(Kedron et al. 2021), 강전영·황철수(2022)는 사회과학 및 지리학 연구 분야에서 이를 확보하기 위한 노력이 필요하다고 주장하였다. 이에 본 연구에서는 측정된 지역활력도를 사용자가 원하는 지역별 탐색 및 정보제공을 위해 온라인 대시보드를 구현하였다. 현재 구현된 대시보드는 작성된 대푯값(예: 월별 중위값)의 결과물 제공 및 시각화에 그치고 있으나, 향후 데이터 플랫폼과의 결합을 통해 시계열적으로 축적된 연속된 데이터의 전처리를 자동화하고, 표준모델 기반의 시각화 결과물 작성의 자동화를 통해 작성된 시의성 있는 결과물을 프로그램 소스 코드와 연구에 사용된 데이터와 함께 정기적으로 공개하여 (재현성을 확보하고), 사용자가 원하는 형태로 구현과 재생산이 가능한 반복가능성이 고려된 탐색도구로서 널리 활용될 수 있을 것으로 기대된다.¹⁾

1) 본 논문에 수록된 내용은 연구진의 개인적인 견해이며, 행정안전부의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

II 선행연구 검토

1. 인구감소 위기 대응

행정안전부에서는 인구감소에 대응하기 위하여 「인구감소지역 지원 특별법」에 따라 전국 89개 시·군·구를 인구감소지역(「국가균형발전특별법」제2조의9)으로 선정하고 행·재정적 특례를 지원하고 있다. 구체적으로 「지방자치단체 기금관리기본법」개정을 통해 조성한 연 1조 원의 지방소멸대응기금을 향후 10년간 지원하며, 인구감소지역으로 선정된 지자체에서 자체적으로 수립한 사업계획을 통해 대응 방안을 발굴하고 시행할 수 있도록 하고 있다(행정안전부, 2022).

이러한 인구감소 위기에 대응하기 위한 노력은 정부 차원에만 국한된 것이 아니며, 학계에서도 이미 오래전부터 인구구조 변화로 인한 위기와 심각성에 대하여 역설하였다(이상림 외, 2018). 또한, 최은영(2004)은 젊은 연령층의 특정 지역으로의 집중이 공간적 불평등을 심화시킨다는 것을 제시하였으며, 김광주 외(2010)는 인구감소·고령화와 도시 쇠퇴 현상이 악순환의 되먹임(feedback loop)을 형성하고 있음을 밝힌 바 있다. 일본의 지방소멸 담론이 국내에 소개된 이후에는 인구 위기 지역을 파악하기 위한 연구가 다수 수행되었는데, 대표적으로 이상호(2016)는 마스다 히로야(2015)의 연구방법론을 참고하여 한국의 지방소멸지수를 작성하였고, 이를 통해 인구소멸 위기에 처한 79개의 기초 지자체를, 후속연구에서 소멸위험 지역이 89개로 증가한 것을 확인하였다(이상호, 2018). 또한, 고문익·김결(2021a)은 지방소멸지수를 활용하여 전국적인 공간분포의 시계열적 변화를 탐색하고, 소멸위험지역으로 선정된 지자체의 하위 행정구역(읍면동)도 유사한 특성이 나타나는지를 확인하였다.

하지만 지난 수십 년간 수행되었던 기존연구들은 주로 인구구조 및 이동에만 초점을 맞춰 원인과 결과의 인과관계 규명하는데 집중하여(최예술, 2021), 지역별 여건 및 특성을 고려한 인구감소 위기 대응 방향제시에 대해선 다소 미흡했다. 이에, 최근 연구에선 지역을 하나의 유기체로서 일상생활을 영위하는 사람들과 물리적 환경과의 관계에 주목하여, 빅데이터를 활용하여 인구 및 소비활동의 역동성을 지역활력도로 측정하려는 연구가 진행되었다(Kim, 2018; 김영룡, 2020; 조월 외, 2021a; 2021b).

2. 지역활력도 측정

도시활력도(urban vitality)는 도시 공간의 역동성, 활동 수준을 측정하는 것으로(엄현주 외, 2022), 활력은 에너지, 역동성, 힘과 관련된 의미로 정의하는 생태학적 개념에서 파생되었다(Kim, 2018). 관련 선행연구는 도시를 하나의 살아있는 유기체로 바라보고 도시를 구성하는 물리적 환경(built environment)과 공간에서 일상생활을 영위하는 사람들 간의 복합적인 상호작용을 이해하는 관점으로서(Pacione, 2003), 최근에는 살기 좋은 도시를 평가하는 기준으로 활용되었다(Kim, 2018). 특히, 최근 실시간으로 사람-사물-공간의 흐름을 측정하는 스마트센서(IoT sensor)와 같은 새로운 수집체계를 활용하여 데이터 축적이 가능해짐에 따라 다양한 유형과 범위의 정밀한 시공간 해상도를 지닌 빅데이터의 장점을 활용하여 도시활력 수준을 정량적으로 측정하는 연구가 활발히 수행되었다.

대표적으로, Ye et al. (2017)은 다양한 도시 빅데이터를 활용하여, 도시 내부의 구조적인 특성이 도시활력에 미치는 영향력을 분석하였다. Sulis et al. (2018)은 Jacobs (1961)이 제시한 도시활력도를 혼합된 토지 이용 혼합도, 건축물 연령정보, 도로 교차점의 수, 도심 밀도를 통해 측정하였다. 강전영·문준혁(2022)은 지역활력도를 개인의 이동성과 관련하여, 도시의 내부구조 특성과 관련이 있음을 분석하였다. 김영룡 (2018)은 도시활력을 사회적 활력과 경제적 활력으로 나누어 살펴볼 수 있다는 Ravenscroft (2000)의 관점을 차용하여 유동인구, 신용카드 매출액, 와이파이 핫스팟(Wi-Fi hotspot) 자료를 통해 서울의 사회적, 경제적, 그리고 가상의 활력수준을 평가하였다. 또한, 조월 외 (2021a; 2021b)는 서울 생활인구 데이터를 활용하여 생활인구의 시간대별 혼합도를 산출하여 집계구별 상이한

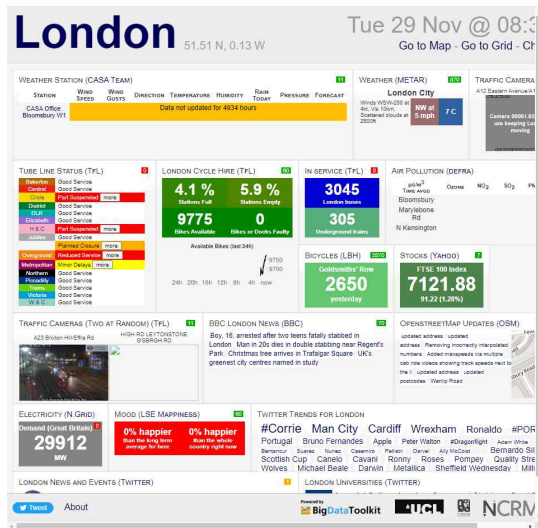
지표의 공간 패턴을 탐색하였고, 이후 다중회귀분석모형을 작성하여 토지 이용지표 및 도시의 물리적 환경이 이에 미치는 영향력을 살펴보았다.

하지만 빅데이터를 활용한 도시활력도 측정연구는 자료수집이 용이한 특정 지역(예: 수도권)으로 한정되어 있어, 국가적 대응이 필요한 인구감소지역을 대상으로 한 연구는 거의 없는 것으로 보인다. 이에 이원도 외(2022)는 전국 시군구별 사회적·경제적 활력 수준을 Sulis et al. (2018)이 제안한 강도(intensity); 생활인구와 매출액의 지역별 집중 정도, 다양성(variability); 생활인구와 매출액의 인구특성에 따른 분포, 일관성(consistency); 생활인구와 매출액의 시계열 변동 수준에 관한 지표를 인용하여 측정하였으며, 생활인프라 시설에 대한 체감 접근성 수준을 정주여건으로 측정하여, 3개 지표의 평균값을 지역활력도로 산출하였다. 이는 도시에 한정되었던 도시활력도 연구를 전국을 대상으로, 공공 및 민간 빅데이터를 함께 활용하여 포괄적인 지역별 활력수준을 측정한 최초의 연구로서 의의가 있다. 통계청 또한 이러한 관점에서 지역별 주거, 경제, 일자리, 교육, 문화, 환경 등을 공공 및 민간 빅데이터를 통해 분석하고, 이를 지속해서 모니터링 할 수 있는 지역활력 분석지도를 작성하여 배포하는 사업을 진행하고 있다. 이에 본 연구는 이원도 외(2022)의 연구결과를 바탕으로 디지털 대시보드를 작성하여, 국가적 위기 대응을 위한 시의성 있는 정보제공과 데이터 공유를 통한 연구자들의 관심 증대에 기여하고자 한다.

3. 디지털 대시보드

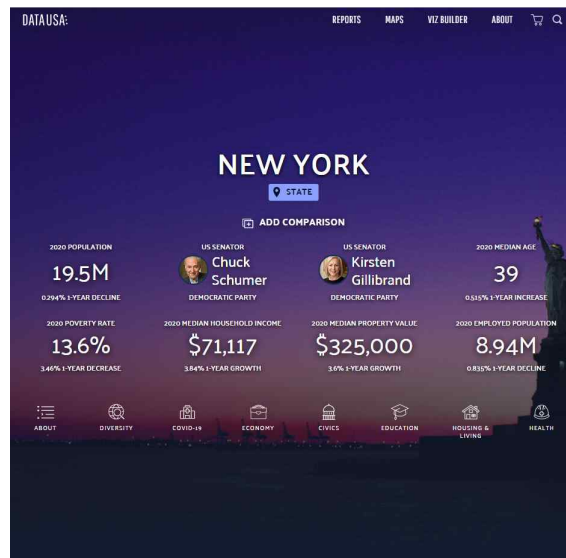
대시보드는 데이터 시각화 기법을 활용하여 중요한 정보에 대한 각각의 객체를 하나의 화면으로 모아 구현하여, 의미 있는 정보를 즉각적으로 이해할 수 있게 지원하는 플랫폼이다(Few, 2006; Matheus et al., 2020, 재인용). 빅데이터 등장과 정보통신기술의 발달은 대시보드가 온라인 기반으로 데이터 시각화를 통해 유용한 정보가 공공에 쉽고, 투명하게 제공되는데 기여하였다. 초기 대시보드는 공공의 관심 증대와 시의성 있는 정보제공, 나아가 의사소통을 위해 정부기관에서 주로 운영하였다(Matheus et al., 2020).

도시 대시보드는 스마트시티 구현을 위한 빅데이터 시각화 도구로써 구축되었다. 또한, 빅데이터를 수집, 가공, 제공하는 다양한 스마트시티 협의체(smart-city initiatives)에서 대시보드를 운영하고 있다. 그림 1과 같이 도시 대시보드는 대표적으로 (1) 도시 내부 주요 지표의 모니터링 결과를 온라인을 통해 (실시간으로) 제공·공유하며, (2) 그래프와 지도가 대화형 데이터 시각화 도구로 진화하였으며, (3) 도시 경쟁력 제고와 주요 지표의 도시 간 벤치마킹을 통해 널리 활용되고 있다(Kitchin et al., 2015).



UCL CASA 런던 대시보드

(<https://citydashboard.org/london/>)



Data USA 대시보드 (<https://datausa.io/>)



더블린 대시보드*

(<https://dashboards.maynoothuniversity.ie/>)



서울 디지털 시장실 (<http://scpm.seoul.go.kr>)

* 온라인 서비스 종료(2022.01), 코드 및 데이터 공유 중 (<https://github.com/BuildingCityDashboards/bcd-dd-v2.1>)

그림 1. 도시 대시보드

이후 코로나19 전염병 확산(이후 팬데믹) 상황에서 대시보드는 확진자, 사망자, 백신 접종자 등의 정보에 대하여 신속하고 투명하게 정보를 제공하고, 사용자가 원하는 정보를 탐색할 수 있는 도구로서 널리 활용되었다(Budd et al., 2020; 이채현 외, 2021; Praharaj et al., 2022). 특히, 대한민국은 코로나19 팬데믹 초기 단계에서 확진자 동선과 활동 지역을 온라인 대시보드(2)을 통해 공개하였으며, 디지털 접촉 추적(digital contact tracing)에 활용하였다(Yang, 2022). 존스홉킨스 대학교의 대시보드(<https://coronavirus.jhu.edu/us-map>)는 코로나-19와 관련된 정보제공과 더불어 사용자들이

2) 확진자 동선과 주요 지점에 대해선 그간 민간 종합상황지도(<https://coronapath.info>)에서 서비스되었으나, 현재 정부 코로나19 공식 대시보드에선 공개되지 않고 있음.

감염병과 연관된 지역별 특성 및 속성을 탐색하고, 결과물을 다운로드하여 재가공 할 수 있게 제공하고 있다(Dong et al., 2020; Everts, J. 2020). 또한, 단순한 데이터의 제공을 넘어서 공간분석과 결합된 형태의 대시보드가 제작되었다. 시카고 대학의 GeoDa Center는 국지적 공간자기상관지표인 Local Moran's I (Anselin, 1995)를 통해 감염병의 시계열적 공간 패턴 유형(예: 군집 HH, LL유형; 이상치 HL, LH유형)에 대한 시각화 결과물을 제공하고 있다. 일리노이 대학의 CyberGIS 센터는 공간적 접근성을 측정하기 위한 대표적인 방법론인 E2SFCA(Enhanced Two-Step Floating Catchment Area) 기법을 활용하여 코로나-19와 관련한 의료 서비스에 대한 사람들의 접근성에 대한 정보(Kang et al., 2020)를 제공하기 위한 대시보드(<https://theuscovidatlas.org/map>)을 제작하였다. 반면에 중앙정부가 운영하는 공식 대시보드(<https://ncov.kdca.go.kr/>)는 앞선 대시보드와 같이 팬데믹 초기에는 지도와 그래프를 통해 시계열적으로 변화하는 지역별 코로나19의 심각 수준을 제공하다가, 최근(포스트 팬데믹 지점)에는 백신 접종률 및 발생 동향에 대한 정보공개에 초점을 맞춰 운영되고 있다. 이러한 대시보드를 통한 시의성 있는 정보제공은 감염병 대응을 위한 사람들의 자발적인 사회적 거리두기와 전염병 확산 방지를 위한 봉쇄정책과 같이 정부의 감염병 대응 정책 의사결정에 기여하였다(이원도, 2022; Praharaj et al., 2022).

최근 대시보드는 시각화 서비스에 그치는 것이 아니라 (1) 새로운 유형의 빅데이터에 효과적인 시각화 기법을 제안하고, (2) 중요한 정보를 한 곳에서 이해하기 쉽도록 제공하며, 나아가 (3) 데이터 시각화를 통한 분석 결과물 해석에 도움을 줌으로써 데이터 스토리텔링(data storytelling) 구현에 기여하고 있다(Lan et al., 2022). 특히, 온라인 기반 대화형 지도화(interactive mapping) 기법을 통해 공간정보와 통계정보가 융합된 연계데이터(linked data)를 사용자가 원하는 방식으로 폭넓게 탐색할 수 있도록 하고 있는데, 대표적인 사례가 개방형 공간정보 기반 인구통계 서비스(open demographics)이다. 영국 DataShine(<https://datashine.org.uk/>)과 소비자 데이터 연구센터의 지도 서비스(<https://mapmaker.cdrc.ac.uk/>)는 주제 및 지역별 검색이 가능한 온라인 기반 대화형 지도를 통해 누구나 쉽고 직관적으로 원하는 지역의 통계정보를 탐색할 수 있다(O'Brien & Cheshire, 2016). 국내에서도 이와 유사하게 통계청 통계지리서비스(<https://sgis.kostat.go.kr/view/map/interactiveMap>)와 국토지리정보원 국토정보플랫폼 국토정보맵(<http://map.ngii.go.kr/ms/map/NlipMap.do>)이 대화형 지도로 서비스를 제공하고 있다. 하지만 개방형 플랫폼의 실현을 위해서는 한 화면에서 원하는 통계자료를 검색, 탐색, 다운로드할 수 있는 플랫폼으로의 개선이 필요하며, 사용자가 원하는 공간 분석단위(예: 행정동, 법정동, 광역경제권 등)의 설정(bespoke regionalisation)과 해당 분석단위별 통계정보 제공이 가능해야 한다(Lan & Longley, 2021).

이러한 노력과 관련하여 국내 학계에서는 주로 한국지도학회지에서 개방형 공간정보기반 인구통계 시스템과 온라인 지도 서비스에 관한 많은 연구가 수행되었다. 이견학·최은영 (2011)은 온라인상에서 GIS를 활용한 통계 서비스는 사용자와의 동적인 상호작용이 가능케 한다고 하였으며, 강영옥·김현덕 (2014)는 GIS가 지도 API(Application Programming Interface)를 통해 온라인에서 매시업을 통한 공간적 시각화 결과물 작성 및 제공에 기여하고 있으며, 이 과정에서 오픈소스 기반 플랫폼과 클라우드 서비스 사용을 제안하였다. 서양모·김원균 (2015)은 공간 빅데이터의 효율적인 시각화를 위한 데이터의 조직화 과정, 즉 대표적인 특성을 강조할 수 있는 필터링, 샘플링, 데이터 비닝(data binning)³⁾, 클러스터링 등을 이용하여 데이터를 축소하여 표현하는 방법이 고려되어야 하는 것을 강조하였다. 특히, 김지우·이견학 (2017)은 사람, 사물, 자금 등 지역간 공간적 상호작용이나 이에 따른 공간조직의 형성과 변화를 분석하고 이해하는 데 중요한 자료인 플로우 데이터(flow data)의 중요성을 역설하였으며, JavaScript 기반 오픈소스 시각화 라이브러리인 D3.js 사례 및 다양한 시각화 결과물을 통한 정보제공의

3) 데이터 분석 목적에 적합하도록 구간을 나누는 것 (예: Jenk's natural breaks optimisation).

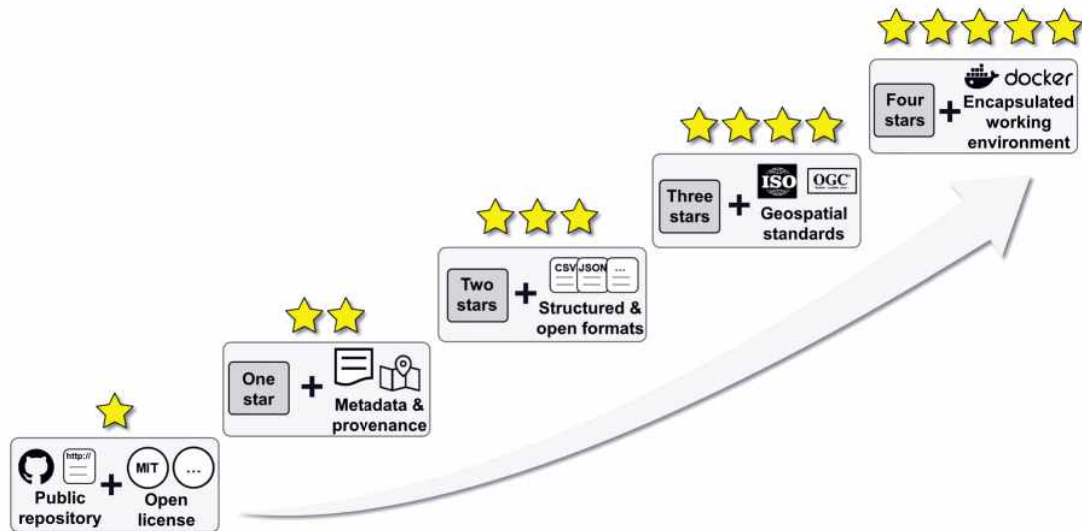
유용성을 제안하였다. 관련연구들은 사용자를 고려한 공간적 시각화 결과물 작성 및 서비스에 필요한 시공간단위 설정 및 지도 서비스 유형을 설계하는데 유용하였으나, 대시보드 구현과정에 필요한 구체적인 시각화 가이드라인 및 연구결과의 재현성과 반복가능성 확보를 위하여 필요한 조치에 대해선 찾기 어려웠다.

III. 대시보드 설계 및 구현

본 연구의 목적인 지역활력도 대시보드 개발은 (1) 인구감소 및 지방소멸 위기 대응을 위한 중앙정부 및 지자체의 과학적 행정체계를 지원하고, (2) 수집 가능한 공공 및 민간 빅데이터 분석결과를 바탕으로 지역별 상대적 비교가 가능한 정량적인 지표를 생산하여, 최종적으로 (3) 정기적인 모니터링을 통한 지역별 여건 및 상황을 시계열 변화를 확인하고자 제안되었다.

본 연구에선 시각화 결과물 제공방식이 크게 3단계의 과정을 거쳐 최종적으로 온라인 대시보드 개발 설계 및 구현이 진행되었다. 초기 단계에선 작성된 지역활력도의 시각화 결과물(지도, 그래프)을 문서 형태(HWP, PDF)로 재가공하여 지역별로 제공하였다, 이러한 방식은 지자체에서 유용한 정보를 손쉽게 접근할 수 있다는 장점이 있으나, 추가적인 작업(예: 문서화)에 많은 시간이 소요되며, 제공 받을 수 있는 사용자가 매우 제한된다는 단점이 존재하였다. 이를 보완하고자 중간단계에선 대화형 지도와 기법을 구현한 대시보드를 html 파일형태로 제작하였다. 이는 html 파일을 프레임별로 구분하고, 작성된 시각화 결과물 개체(object)를 개별 프레임에서 불러들이는 방식으로 작성되었다. 제작된 대시보드는 대화형 지도와 그래프 탐색이 가능하였지만, 조건변경(예: 연도, 지역, 지표별)에 따른 결과물 로딩에 매우 오랜 시간이 소요되며, (온라인으로 출판할 수 있었지만) 사용자가 원하는 빠른 정보검색을 위해선 모든 데이터를 특정 위치에 저장한 후에 사용해야 하는 독립형 프로그램(standalone application)으로 자료 접근성의 한계와 연구자 및 공공의 관심 증대에 한계가 존재하였다. 이에 본 연구에선 대화형 지도와 그래프 탐색이 가능하면서 다양한 사용자(지자체, 연구자, 공공)의 효율적인 정보제공 및 접근 기회 제공을 위해 온라인 대시보드를 최종적으로 선택하여 설계, 구현하였다.

또한, 온라인 대시보드 설계에선 연구결과물의 활용성을 높이고, 투명성 확보를 위하여 재현성과 반복가능성이 고려되었다. 재현성과 반복가능성은 최근 연구윤리 확보 및 연구결과의 진실성을 판단할 수 있는 중요한 판단기준으로 평가받고 있다. Asendorpf et al. (2013)'은 재현성은 반복가능성의 필수조건이며, 연구 투명성이 보장된 개방형 저장소(repository)를 통한 원본 자료 공개의 중요성을 강조하였으며, 반복가능성은 유사한 데이터를 같은 연구방법론과 절차에 적용하였을 때 (통계적으로) 큰 차이가 없는 결과값을 확인할 수 있어야 한다고 주장하였다. 나아가 Wilson et al. (2020)은 연구자와 GIS 전문가들이 연구에서 사용된 데이터(이후 연구데이터)와 결과작성 및 대시보드 구현을 위한 프로그램 소스 코드(이후 코드) 공개를 강조하였으며, 온라인 개방형 연계데이터 출판(publishing)의 5단계 별점 체계를 제안하였다(그림 2 참조).



출처: Wilson et al. (2020, 1313).

그림 2. 온라인 기반 데이터 출판의 5단계 별점 체계

현재 구현된 대시보드는 5단계 별점 체계 중 1단계에 해당하는 개방형 저장소 활용 및 오픈 라이선스를 바탕으로 설계되었다. 이는 GitHub을 활용한 개방형 저장소를 통해 연구데이터와 코드를 공유하며, 오픈 라이선스로서 사용자들(혹은 후속 연구자들)은 원본 저작권 표시를 모든 복제물 또는 중요한 부분에 기재함으로써 해당 연구데이터와 코드를 제한 없이 활용할 수 있다(그림 4b 참조). 향후 연구데이터와 코드 공유와 더불어 속성정보가 포함된 메타데이터와 소프트웨어 사용기록(software package and version used)을 함께 제공함으로써 2단계로 향상될 수 있다. 더 상향된 단계로 진출하기 위해선 잘 정돈되어 구조화된 메타데이터 작성(3단계), 공간표준을 따른 메타데이터 작성(4단계), 그리고 캡슐화된(encapsulated) 작업환경까지 공개(5단계)하는 과정이 필요하다(Wilson et al. 2020).

대시보드는 지도(왼쪽), 속성정보 (오른쪽 상단), 그래프 (오른쪽 하단) 개체로 구성되어 있으며, 지역별 공간패턴 및 주제별(정주여건, 사회적 활력, 경제적 활력) 차이를 즉각적으로 확인하기 위하여 지도 개체를 가장 크게 화면에 배치하였다(그림 3, 4a 참조). 또한, 개방형 플랫폼을 지향하여 모든 데이터 및 시각화 결과물을 한 화면에서 검색, 탐색, 다운로드할 수 있도록 하였으며, 통계정보를 다양한 양식(CSV, XLSX, PDF 포맷)으로 다운로드하거나 복사할 수 있는 기능을 추가하였다. 그래프는 지도 개체와 연결되어 사용자가 원하는 지역의 통계정보를 빠르게 확인할 수 있도록 설계되었으며 차후 구현될 예정이다.

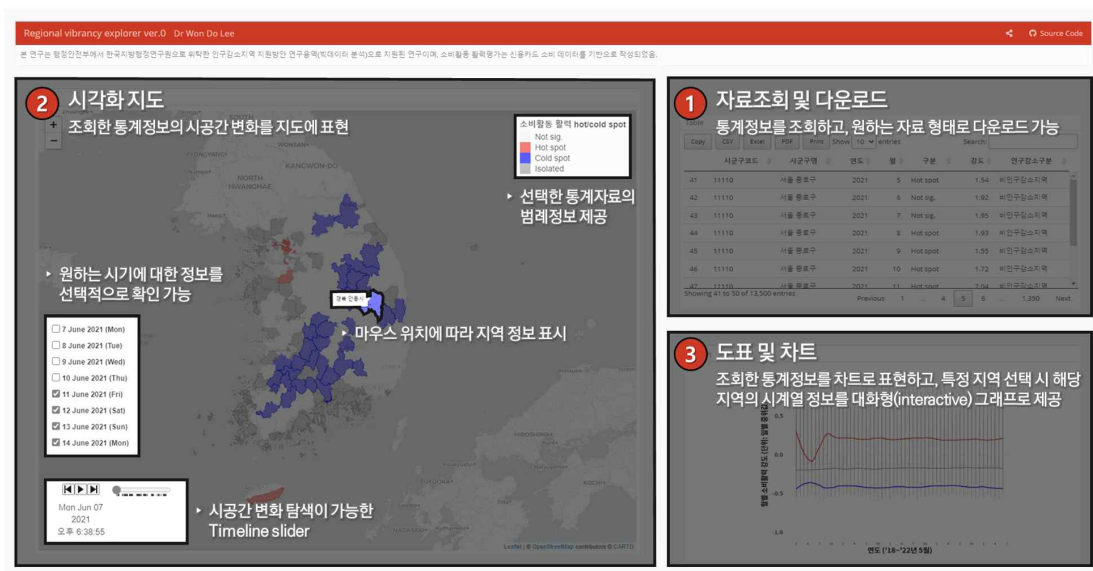
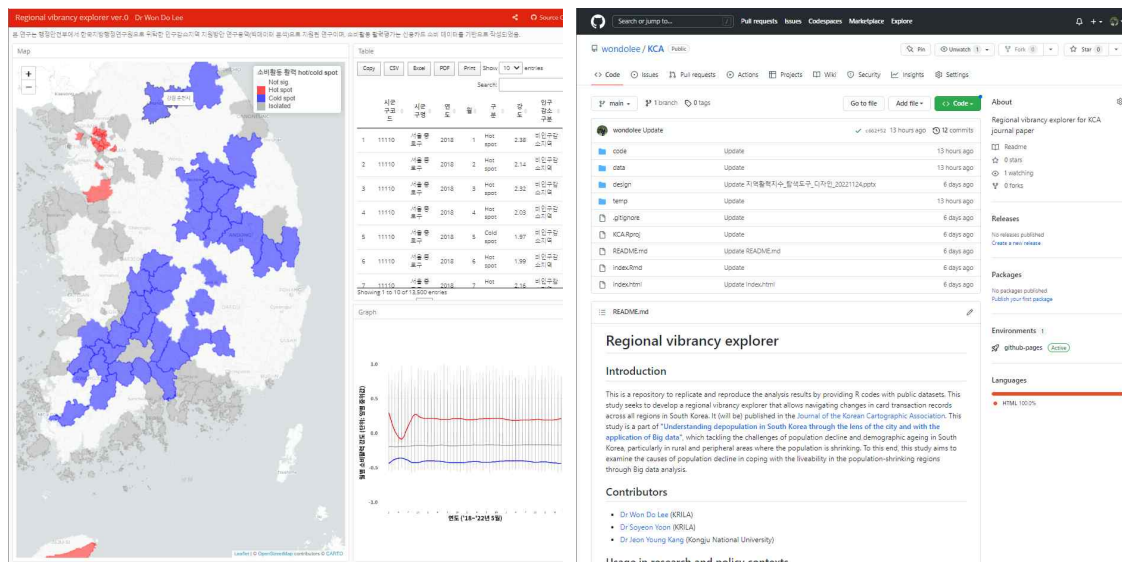


그림 3. 지역활력도 대시보드: 2022년 버전



a) 온라인 대시보드
(<https://wondolee.github.io/KCA/>)

b) 개방형 저장소에서 코드 및 데이터 공유
(<https://github.com/wondolee/KCA>)

그림 4. 온라인 기반 지역활력도 탐색도구: GitHub을 통한 구현 및 코드 및 데이터 공유

대시보드의 효과적인 정보전달을 위해 본 연구에서는 Young & Kitchin (2020)이 제안한 대시보드의 6가지 주요 쟁점사항(critiques)에 대하여 현재 구현된 대시보드를 다음과 같이 평가하였다(표 1 참조). 구체적으로, 작성된 대시보드는 창의적 해석 및 가치 창출에 관한 (1) 인식론에서 지역별 수준을 비교·모니터링 할 수 있는 정보를 제공함으로써 인구감소 및 지방소멸 대응전략 수립을 지원한다. (2) 목적과 접근성에 있어서는 오픈 라이선스를 적용하여 코드와 연구데이터를 공개하도록 했으며, (3) 진실성 및 타당성은 원천자료(raw data)의 검수와 분석기법의 검증과정을 통해 자료의 신뢰성을 확보하는 방식으로 대응하였다. (4) 가용성 및 역량(usability and literacy)에 있어서는 탐색기능을

통하여 사용자가 분석결과를 활용할 수 있도록 하였으며, (5) 다양한 주제별 데이터를 쉽게 탐색 및 가용할 수 있도록 하여 활용과 유용성(use and utility)을 확보하였다. (6) 마지막으로, 개인의 위치정보 보호권리(Geoprivacy)가 고려된 대시보드 및 자료를 구축하여 윤리(Ethics)를 보장하였다. 이러한 쟁점사항 대응을 통해 제작된 대시보드는 사용자의 목적과 대상을 고려하여 효과적인 정보전달 및 정책 의사결정 지원이 가능할 것으로 판단된다.

표 1. 작성된 대시보드의 쟁점사항 평가

쟁점사항	설명	지역활력도 대시보드
인식론 (epistemology)	대시보드를 통해 어떻게 창의적 해석(insight) 및 가치(value)를 창출할 수 있는가?	지자체별 비교가 가능한 주제별 정보제공 및 시각화 결과물을 통한 지속적인 지역 모니터링이 가능, 향후 지역별 인구감소 및 지방소멸 대응 전략의 기초자료로 활용 가능
목적과 접근성 (scope and access)	대시보드가 얼마나 포괄적(comprehensive)이고 공개(open)되어 있는가?	오픈 라이선스를 적용한 대시보드 개발 및 재현성과 반복가능성을 고려하여 개방형 저장소에서 연구데이터와 코드를 공개
진실성 및 타당성 (veracity and validity)	얼마나 대시보드 내용이 신뢰성(trust)이 있는가?	원천자료 검수 과정을 통한 자료 신뢰성 확보 및 핫스팟 분석지표(Getis-Ord Gi*)를 활용한 핫/콜드스팟 작성
가용성 및 역량 (usability and literacy)	얼마나 대시보드 내용이 총체적(comprehensible)이며 사용 가능(usable)한가?	시계열적으로 변화하는 공간적 패턴을 확인할 수 있으며, 누구나 손쉽게 탐색과 다운로드할 수 있음
활용과 유용성 (use and utility)	대시보드에 어떠한 응용 프로그램(applications)과 가치(value)가 존재하는가?	주제별 연구데이터 탐색 및 다운로드가 가능, 이를 통한 정보 재생산과 의사소통에 기여
윤리 (Ethics)	어떻게 대시보드 내용이 사회적으로 해(harm)를 끼치지 않으며 사회적 책임성(socially responsible manner)을 지니고 운영되는가?	익명성을 고려하여 개인 위치정보 보호권리(Geoprivacy)가 고려된 대시보드 작성 및 자료갱신

출처: Young & Kitchin. (2020, 140) 재구성.

IV. 결론 및 시사점

본 연구는 인구감소 위기 대응 정책을 추진하는 데 있어 지역의 여건에 대한 객관적인 이해를 바탕으로 의사결정이 이뤄질 수 있도록 지원하기 위하여, 공공 및 민간 빅데이터를 활용한 지역활력도 대시보드를 설계하고 구현하였다. 특히, 국가적 대응전략의 실효성 제고를 위해서는 중앙정부-지자체-지역 주민의 유기적인 정보 공유 및 의사소통 체계가 필요하다는 것을 인식하고, 지역의 정주여건, 생활인구 활력수준, 소비활동 활력수준의 지역별 탐색이 가능한 대시보드를 설계하여 구현하였다.

특히, 본 연구에서는 앞서 대시보드의 변천 과정(초기-도시 대시보드-데이터 스토리텔링)에서 나타난 단계별 장점을 지역활력도 탐색도구에 적용하기 위하여 다음과 같은 노력을 진행하였다. 첫째, 인구감소와 지방소멸 위기에 대한 공공의 관심 증대를 고려하여 시의성 있는 정보를 제공하고자 하였다. 둘째, 지역별 주요 지표를 대화형 시각화 결과물(예: 지도와 그래프)의 형태로 온라인에 제공함으로써 정기적인 지역 모니터링을 위한 기초적인 기능을 구현하였다. 셋째, 새로운 시각화 기법을 활용한 분석 결과물을 통해 시계열적으로 변화하는 지역별 여건 및 상황에 대한 즉각적인 이해와 격차해소 및 위기 대응을 위한 정책발의(policy initiatives)에 기여할 수 있도록 하였다.

향후 지역활력도 대시보드는 정부가 지향하는 “디지털 플랫폼 정부”의 국정목표⁴⁾하에서 중앙정부와 지자체가 함께 정책 효과성과 실효성을 높이기 위한 정책적 의사결정 지원도구로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 더불어 사용자들(혹은 연구자들)은 재현성과 반복가능성이 확보된 대시보드를 통해 지역활력도에 관한 자료를 업데이트 및 가공하여 새로운 연구를 수행하여 결과물을 작성할 수 있으며, 이는 연구성과 확산 및 활용에 기여할 수 있을 것이다. 나아가 공공의 데이터 접근성 향상은 빅데이터 시대에 데이터 활용역량(data literacy)의 격차를 해소하고 지역 거버넌스 주체들의 데이터 활용역량을 높여, 주도적으로 지역문제를 진단하고 해결방안을 함께 모색하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다(이영주 외, 2020).

다만, 현재 작성된 대시보드는 지자체에서 원하는 수요에 대한 구체적인 평가를 바탕으로 작성된 것이 아니므로, 향후 사용자들의 환류 및 의사소통에 기반한 시각화 기법과 주제별 지표의 갱신이 요구된다. 또한, O'Brien & Cheshire(2016)와 Lan & Longley (2021)의 연구에서 강조하였던 다양한 방식으로 데이터를 탐색하고, 더 효과적인 시각화를 통한 정보제공을 위해서는 이를 강조할 수 있는 표현방식 및 색상 등에 관한 명확한 가이드라인에 관한 연구가 필요하다(이재현 외, 2021).

향후 최종사용자(예: 지자체)의 정기적인 지역 모니터링을 가능케 하기 위해선 현재 대시보드를 통한 정보제공 및 연구데이터 공유 서비스를 넘어, (1) 데이터 플랫폼에서 정기적인 원자료 접근과 자동화된 전처리 모형을 통한 효과적인 연구데이터 작성, (2) 작성된 연구데이터를 표준화된 데이터 처리모형을 통해 연속적으로 측정되는 지역활력도 지표생산, 그리고 (3) 사용자가 원하는 지역 범위 설정(예: 생활권, 광역경제권)에 따른 (실시간으로) 결과 재생산 서비스가 가능한 플랫폼으로 점진적 구현이 필요하다.

사사

본 논문은 2022년도 한국지방행정연구원 <윤석열 정부 국정과제 추진을 위한 정책 지원방안 관련 논문 공모전>의 연구비 지원 대상 논문임.

참고문헌

- 강영욱, 김현덕. (2014). 구글 API를 이용한 공공데이터의 지리적 시각화 연구. *한국지도학회지*, 14(1), 1-15.
- 강전영, 문준혁. (2022). 마이크로 모빌리티의 시·공간 이용 패턴 분석: 경기도 고양시의 공공자전거를 사례로. *한국지리학회지*, 11(1), 157-168.
- 강전영, 황철수. (2022). GIS 및 공간 분석 연구의 재현성(Reproducibility) 및 반복가능성(Replicability): 대한지리학회지를 사례로, *대한지리학회지*, 57(5), 425-435
- 고문익, 김결. (2021a). 한국 지방소멸위험의 공간 분포 분석. *한국지도학회지*, 21(1), 65-74.
- 고문익, 김결. (2021b). 한국의 지방소멸위험에 대한 설명인자 연구. *한국도시지리학회지*, 24(1), 17-27.
- 김광주, 송미경, 조병설, 이만형. (2010). 인구감소 시대의 도시관리 정책에 대한 동태적 분석. *한국시스템다이내믹스 연구*, 11(4), 77-96.
- 김병석, 서원석. (2014). 지역의 인구변화에 영향을 미치는 사회경제적 특성 연구: 수도권과 비수도권 비교를 중심으로. *한국지역개발학회지*, 26(4), 1-14.
- 김영룡. (2020). *빅데이터를 활용한 도시활력 측정과 도시공간 유형 분류*. 경기연구원.
- 김지우, 이진학. (2017). 웹기반 데이터 시각화 도구를 활용한 플로우 데이터의 지리적 시각화 기법 탐색. *한국지도학회지*, 17(1), 25-39.
- 김태환, 김은란, 이차희, 남성우, 표희진, 박미래. (2020). *인구의 지역별 격차와 불균형 (균형발전 모니터링 &*

4) 국정과제: 디지털플랫폼정부 구현목표 소개(<https://www.mois.go.kr/frt/sub/a05/bestDigitalPlatformGovt/screen.do>)

- 이슈 Brief). 국토연구원 국가균형발전지원센터.
- 김현호, 이재연, 김도형. (2021). *국가위기 대응을 위한 지방소멸 방지전략의 개발*. 한국지방행정연구원.
- 김홍석. (2021). *지방인구 감소에 대한 대응전략 연구* (연구용역보고서). 국회예산정책처.
- 마스다 히로야. (2015). *지방소멸: 인구감소로 연쇄붕괴하는 도시와 지방의 생존전략*. 김정환역. 와이즈베리.
- 박진경, 김선기. (2017). *인구감소시대의 지역발전정책 방향과 추진체계*. 한국지방행정연구원.
- 서양모, 김원균. (2015). 공간빅데이터를 위한 정보 시각화 방법. *한국공간정보학회지*, 23(6), 109-116.
- 엄현주, 최홍석, 조기혁. (2022). COVID-19로 인한 도시 활력의 감소와 회복: 사회·생태학적 회복탄력성 측정. *한국방재학회지*, 22(3), 45-57.
- 이건학, 최은영. (2011). 지리통계 내비게이터의 구축과 활용에 관한 비교연구: 유럽 주요 국가들을 대상으로. *한국지도학회지*, 11(2), 61-73.
- 이영주, 이보경, 오창화, 강계화, 김형석. (2020). *국민활동 데이터를 이용한 개방형 지리인구통계 분석도구 개발 및 활용방안* (기본 20-23). 국토연구원.
- 이상립, 이지혜, Bernhard Koppen, 임소정, 성백선. (2018). *지역 인구공동화 전망과 정책적 함의*. 한국보건사회연구원.
- 이상호. (2016). *한국의 '지방소멸'에 관한 7가지 분석 (지역고용동향브리프)*. 한국고용정보원.
- 이상호. (2018). *한국의 지방소멸 2018: 2013~2018년까지의 추이와 비수도권 인구이동을 중심으로 (지역고용동향브리프)*. 한국고용정보원.
- 이원도. (2022). 개인위치정보 보호권리를 고려한 개인모빌리티 데이터 활용에 관한 연구. *대한교통학회지*, 40(5), 643-665.
- 이원도, 윤소연, 신두섭, 전대욱, 여효성, 이정은, 유수동, 윤준호, 유란희. (2022). *인구감소지역 지원방안 연구: 빅데이터 분석* (행정안전부 수탁과제 보고서). 한국지방행정연구원.
- 이채현, 하은혜, 김감영. (2021). COVID-19 팬데믹의 지도화 동향에 대한 비판적 검토. *한국지도학회지*, 21(2), 13-28.
- 조월, 하재현, 이수기. (2021a). 서울시 생활인구의 시간대별 혼합수준에 영향을 미치는 요인 분석. *국토계획*, 56(1), 22-38.
- 조월, 이수기. (2021b). 서울시 POI 빅데이터를 활용한 도시활력과 영향요인 분석. *국토계획*, 56(7), 87-102.
- 최예술. (2021). 지방 중소도시의 유출인구 직종 특성 분석. *국토연구*, 3-18.
- 최은영. (2004). 선택적 인구이동과 공간적 불평등의 심화: 수도권을 중심으로. *한국도시지리학회지*, 7(2), 57-70.
- 행정안전부. 2022. "인구감소지역, 정주여건개선·지역활력도모 체계적 지원 확대." 2022.05.29. https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do;jsessionid=ksSGkqmDOw32St97ou5PnFFJ.node20?bbsId=BBSMSTR_00000000000008&nttId=92349
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115.
- Asendorpf, J. B., Conner, M., De Fruyt, F., De Houwer, J., Denissen, J. J. A., Fiedler, K., Fiedler, S., Funder, D. C., Kliegl, R., Nosek, B. A., Perugini, M., Roberts, B. W., Schmitt, M., Van Aken, M. A. G., Weber, H., & Wicherts, J. M. (2013). Recommendations for Increasing Replicability in Psychology. *European Journal of Personality*, 27(2), 108-119. <https://doi.org/10.1002/per.1919>
- Batty M. (2015), A Perspective on City Dashboards, *Regional Studies*, 2(1), 29-32.
- Budd, J., Miller, B. S., Manning, E. M., Lamos, V., Zhuang, M., Edelstein, M., ... & McKendry, R. A. (2020). Digital technologies in the public-health response to COVID-19. *Nature medicine*, 26(8), 1183-1192.

- Dong, E., Du, H., & Gardner, L. (2020). An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet infectious diseases*, 20(5), 533-534.
- Everts, J. (2020). The dashboard pandemic. *Dialogues in Human Geography*, 10(2), 260-264. <https://doi.org/10.1177/2043820620935355>
- Few, S. (2006). *Information dashboard design: The Effective Visual Communication of Data*. O'Reilly.
- Jacobs, J. (1961). *The life and death of great American cities*. New York: Random House
- Kang, J.-Y., Michels, A., Lyu, F., Wang, S., Agbodo, N., Freeman, V. L., & Wang, S. (2020). Rapidly measuring spatial accessibility of COVID-19 healthcare resources: a case study of Illinois, USA. *International Journal of Health Geographics*, 19(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00229-x>
- Kedron, P., Frazier, A. E., Trgovac, A. B., Nelson, T., & Fotheringham, A. S. (2021). Reproducibility and replicability in geographical analysis. *Geographical Analysis*, 53(1), 135-147.
- Kim, Y.-L. (2018). Seoul's Wi-Fi hotspots: Wi-Fi access points as an indicator of urban vitality. *Computers, Environment and Urban Systems*, 72(October 2017), 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.06.004>
- Kitchin R., Lauriault T. P., McArdle G. (2015), Knowing and Governing Cities through Urban Indicators, City Benchmarking and Real-time Dashboards, *Regional Studies, Regional Science*, 2(1), 6-28.
- Kitchin, R., Lauriault, T. P., & McArdle, G. (2015). Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards. *Regional Studies, Regional Science*, 2(1), 6-28. <https://doi.org/10.1080/21681376.2014.983149>
- Lan, T., & Longley, P. (2021). Interactive web mapping of geodemographics through user-specified regionalisations. *Journal of Maps*, 17(1), 71-78. <https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1912667>
- Lan, T., O'Brien, O., Cheshire, J., Singleton, A., & Longley, P. (2022). From Data to Narratives: Scrutinising the Spatial Dimensions of Social and Cultural Phenomena Through Lenses of Interactive Web Mapping. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 6(2), 22. <https://doi.org/10.1007/s41651-022-00117-x>
- Lee, W. D., Schulte, K., & Schwanen, T. (2022). An Online Interactive Dashboard to Explore Personal Exposure to Air Pollution, *Findings*, November.
- Matheus, R., Janssen, M., & Maheshwari, D. (2020). Data science empowering the public: Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities. *Government Information Quarterly*, 37(3), 101284. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.01.006>
- O'Brien, O., & Cheshire, J. (2016). Interactive mapping for large, open demographic data sets using familiar geographical features. *Journal of Maps*, 12(4), 676-683. <https://doi.org/10.1080/17445647.2015.1060183>
- Pacione, M. (2003). Quality-Of-Life Research in Urban Geography. *Urban Geography*, 24(4), 314-339. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.24.4.314>
- Praharaj, S., Solis, P., & Wentz, E. A. (2022). Deploying geospatial visualization dashboards to combat the socioeconomic impacts of COVID-19. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 239980832211428. <https://doi.org/10.1177/23998083221142863>
- Stehle, S., & Kitchin, R. (2020). Real-time and archival data visualisation techniques in city dashboards.

- International Journal of Geographical Information Science*, 34(2), 344-366. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1594823>
- Wilson, J. P., Butler, K., Gao, S., Hu, Y., Li, W., & Wright, D. J. (2021). A Five-Star Guide for Achieving Replicability and Reproducibility When Working with GIS Software and Algorithms. *Annals of the American Association of Geographers*, 111(5), 1311-1317. <https://doi.org/10.1080/24694452.2020.1806026>
- Yang, C. (2022). Digital contact tracing in the pandemic cities: Problematizing the regime of traceability in South Korea. *Big Data & Society*, 9(1), 205395172210892. <https://doi.org/10.1177/20539517221089294>
- Ye, Y., Li, D., & Liu, X. (2018). How block density and typology affect urban vitality: An exploratory analysis in Shenzhen, China. *Urban Geography*, 39(4), 631-652.
- Young, G. W., & Kitchin, R. (2020). Creating design guidelines for building city dashboards from a user's perspectives. *International Journal of Human-Computer Studies*, 140, 102429. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102429>

교신: 강진영, 32588, 충청남도 공주시 공주대학로 56(신광동 182) 지리교육과 (이메일: geokang@kongju.ac.kr)

Correspondence: Jeon-Young Kang, Department of Geography Education, 56 Gongjudaehak-ro, Gongju-si, Chungcheongnam-do, 32588, Republic of Korea (email: geokang@kongju.ac.kr)