

재현성과 반복가능성이 고려된 지역활력 탐색도구 개발

이원도¹⁾, 윤소연²⁾, 강전영³⁾

Reproducible and replicable digital dashboard navigating regional vibrancy

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

요약 : 인구감소 및 지방소멸 대응 정책과 전략수립을 위해서는 기초 및 광역 지방자치단체에서 지역의 여건과 현황에 대한 폭넓은 이해를 바탕으로, 급격하게 변화하는 사회환경을 모니터링할 수 있는 지표와 도구가 필요하다. 지역활력지수는 지역별 사회적, 경제적 활력정도를 빅데이터를 통해 작성한 지표로서, 지역간 비교를 가능케 하고 격차해소를 위한 시사점을 제공할 수 있다. 이에 본 연구는 지역활력지수를 통해 시공간적 변화를 탐색하고, 디지털 대시보드를 통해 시각화 서비스를 제공하여 최종사용자에게 효과적이고 효율적인 정보제공에 기여하고자 한다. 또한, 본 연구는 결과의 투명성 및 지속성을 위해 코드 공유를 통해 재현성과 반복가능성을 고려하였다.

주요어: 인구감소지역, 디지털대시보드, 지역활력지수, 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 using novel data sources, and explore its changes over space and time. It serves 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

-
- 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·김결, 2021a; 이상림 외, 2018). 인구 및 경제력의 수도권 집중은 일자리, 주택, 교통 인프라 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 지방의 인구감소는 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·김결, 2021b; 김병석·서원석, 2014; 김홍석, 2021).

정부는 「인구감소지역 지원 특별법」을 공표(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 국가적 대응전략의 실효성 제고를 위해서는 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 활용도가 높아지고 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 옥스포드 거주자들의 개인 모빌리티 데이터를 기반으로 대기오염노출 정보를 수집하고, 이를 대시보드를 통해 공개함으로써 정보제공과 더불어 사용자들의 이용 및 참여를 극대화할 수 있도록 연구결과물의 활용성을 높였다. 또한, 대시보드는 연구결과물의 투명성을 높이고, 연구성과 확산을 위해 강조되고 있는 재현성(Reproducibility) 및 반복가능성(Replicability)과도 밀접한 관련이 있다. 이는 수행했던 연구결과를 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 연구분야에서 이를 확보하기 위한 노력이 필요하다고 주장하였다.

이에 본 연구에서는 재현성과 반복가능성이 고려된 대시보드를 제안하며, 빅데이터를 통해 측정된 지역활력도의 공간적 패턴의 변화를 대시보드를 통해 탐색이 가능하게 하는 것이 주된 목적이다. 또한 인구감소지역의 생활인구 증대 및 지역경제 활성화를 위한 지역활력도의 활용성 제고에 기여하고자 한다. 향후 대시보드는 데이터 플랫폼과의 결합을 통해 시계열적으로 연속된 데이터 축적 및 시각화 결과물 작성의 자동화를 통해 시각적 패턴을 근거로 데이터를 정확하게 이해하고, 재현과 반복이 가능한 지역활력도 탐색도구로써 널리 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

II 선행연구 검토

1. 인구감소 및 지방소멸지역

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 및 지방소멸 위기에 대응하기 위한 노력은 정부 차원에만 국한된 것이 아니며, 학계에서도 이미 오래전부터 인구구조 변화로 인한 위기와 심각성에 대하여 역설하였다(이상림 외, 2018). 일례로 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 차용하여 한국의 지방소멸지수를 작성하고 이를 통해 인구소멸 위기에 처한 79개의 기초 지자체를 제시하였다. 이후 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 인구감소 및 소멸지역에 관한 연구들은 주로 인구구조 및 이동에만 초점을 맞춰 원인과 결과를 탐색하는 데 관심을 두었을 뿐(최예술, 2021), 인구감소에 대응 및 적응하기 위한 도시활력 측면의 접근은 미흡했다. 최근 일부 연구에서 빅데이터를 활용하여 지역 활력 수준을 측정하고 영향요인을 분석하려는 시도가 있었으나(Kim, 2018; 김영룡, 2020; 조월 외, 2021a; 2021b), 제한된 공간적 분석범위로 인해 인구감소지역의 특성을 종합적으로 비교·진단하는 데는 한계가 존재하는 것으로 나타났다.

2. 지역활력도 측정¹⁾

도시활력(urban vitality or urban vibrancy)은 도시 공간의 역동성, 활동성을 의미하는 것으로(엄현주 외, 2022), 활력(vitality)을 에너지, 역동성, 힘과 관련된 의미로 정의하는 생태학적 개념에서 파생되었다(Kim, 2018). 도시활력과 연관된 연구들은 도시를 하나의 살아있는 유기체로 바라보고 도시를 구성하는 건조환경(built environment)과 공간에서 일상생활을 영위하는 사람들 간의 복합적인 상호작용의 결과로 이해한다(Pacione, 2003). 따라서 도시활력은 도시의 삶의 질, 지속가능성과 밀접하게 관련이 있다고 할 수 있다(Ravenscroft, 2000; Kim, 2018; 조월·이수기, 2021a). 이에 도시활력은 살기 좋은 도시를 평가하는 기준으로 매우 중요하게 다루어져 왔으며(Kim, 2018), 최근에는 실시간으로 사람-사물-공간의 흐름 등 모든 것이 스마트센서(IoT sensor) 등 새로운 수집체계를 활용하여 데이터 축적이 가능해짐에 따라 다양한 유형과 범위의 정밀한 시공간 해상도를 지닌 빅데이터를 통해 도시활력을 정량적으로 측정하는 연구가 다수 수행되었다.

구체적으로, Ye et al. (2017)은 다양한 도시 관련 빅데이터를 활용하여 도시 내부의 구조적인 측면과 지역의 활력성과의 관련성을 탐색하였다. 특히, 도시 내부 블록(Block)의 크기, 형태, 건물의

1) 공공 및 민간 빅데이터를 활용한 지역활력도 평가는 이원도 외(2022)에서 자세히 다루고 있으며, 디지털 대시보드는 행정안전부의 한국도시통계 주간인구(2015) 자료를 사용하여 재현되었음.

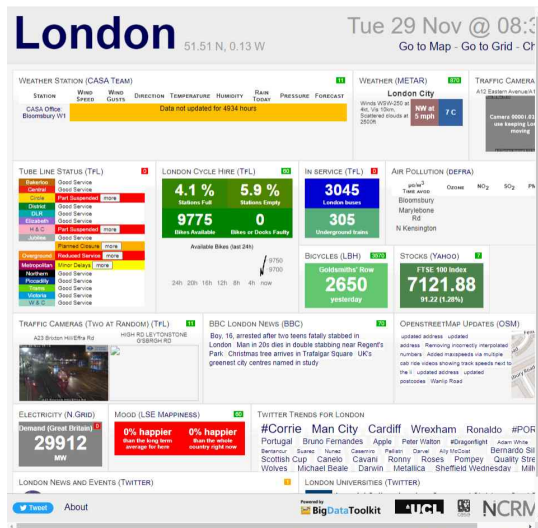
외형적 특성, 접근성이 지역활력의 수준과 연관성이 높다는 것을 밝혔다. Sulis et al. (2018)은 Jacobs (1961)가 제시한 도시활력과 관련된 요소인 혼합된 토지 이용 혼합도, 건축물 연령정보(age of buildings), 도로 교차점의 수(number of street intersections), 도심밀도를 통해 도시활력 수준을 평가하였다. 강전영·문준혁(2022)는 지역적 활력을 이동성의 관점에서 바라보았는데, 사람들의 이동성은 도시의 내부구조와 관련이 있음을 밝혔다. 김영룡 (2018)은 도시활력도가 사회적 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. 이후, 거주인구, 유동인구, 종사자수, 카드결제 매출 등 다양한 (잠재적) 지표들 바탕으로 도시활력 측정이 가능하며, 사회적 활력수준과 경제적 활력수준을 함께 살펴보는 것이 지역의 현안과 문제를 이해하는데 적절하다고 주장하였다(김영룡, 2020). 또한, 조월 외 (2021a; 2021b)는 서울 생활인구 데이터를 활용하여 생활인구의 시간대별 혼합도를 산출하여 집계구별로 상이한 지표의 공간패턴을 확인하였고, 토지이용지표 및 도시의 물리적 환경이 이에 미치는 영향에 대하여 다중회귀분석을 통해 분석하였다.

이러한 도시활력도 연구는 최근 우리나라의 인구감소 및 지방소멸 대응의 정책 기조에 맞춰 종합적인 관점에서 지역활력을 평가하고, 이를 기반으로 지역의 중장기적 전략을 도출하려는 시도로 이어지고 있다. 이원도 외(2022)는 빅데이터를 활용한 생활인구 유출입 패턴 및 소비 특성을 분석하여 지역별 사회적·경제적 활력 수준을 측정하고 이와 더불어 정주여건 및 환경에 대한 물리적 수준을 함께 살펴봄으로써, 더욱 포괄적인 관점에서 지역의 상대적 활력도를 분석하는 연구를 수행하였다. 통계청 또한 이러한 관점에서 지역별 주거, 경제, 일자리, 교육, 문화, 환경 등을 공공 및 민간 빅데이터를 통해 분석하고, 이를 지속적으로 모니터링 할 수 있는 지역활력 분석지도를 작성하여 제공하는 것을 주요업무로 진행 중이다.

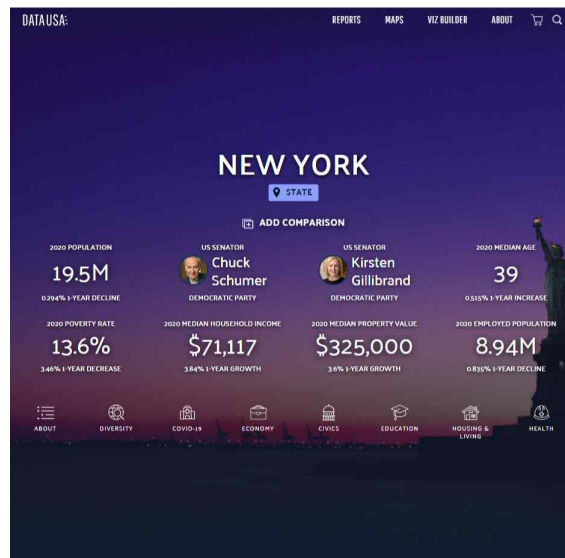
3. 디지털 대시보드

대시보드는 데이터 시각화 기법을 활용하여 중요한 정보에 대한 각각의 객체를 하나의 화면으로 모아 재현하여, 의미있는 정보를 즉각적으로 이해할 수 있게 지원하는 플랫폼이다(Few, 2006; Matheus et al., 2020, 재인용). 빅데이터 등장과 정보통신기술의 발달은 대시보드가 온라인 기반으로 데이터 시각화를 통해 정보 확산에 기여하고, 다양한 정보가 투명하게 공유될 수 있는 인프라 구축에 기여하였다. 초기 대시보드는 공공의 관심 증대와 시의성 있는 정보제공, 나아가 의사소통을 위해 정부기관에서 주로 운영되었다(Matheus et al., 2020).

도시 대시보드는 스마트시티 구현을 위한 빅데이터 시각화 도구로써 구축되었으며, 정부기관 뿐만 아니라 빅데이터를 수집, 가공, 제공하는 다양한 스마트시티 협의체(smart-city initiatives)에서 운영에 참가하였다. 도시 대시보드는 대표적으로 (1) 도시 내부 주요지표의 모니터링 결과를 온라인을 통해 (실시간으로) 제공·공유하며, (2) 그래프와 지도가 대화형 데이터 시각화(interactive data visualisation) 도구로 진화하였으며, (3) 도시 경쟁력 제고와 주요 지표의 도시 간 비교(benchmarking)를 위해 널리 활용되고 있다는 특성을 지닌다(Kitchin et al., 2015). 예컨대, 도시 대시보드는 도시 내부의 주요지표를 데이터 시각화 도구를 통해 도시 구조, 패턴과 트렌드를 확인할 수 있으며, 이용자들의 환류활동을 통해 성과가 평가되는 공간(suite)이다(Stehle & Kitchin, 2020; Young & Kitchin, 2020).



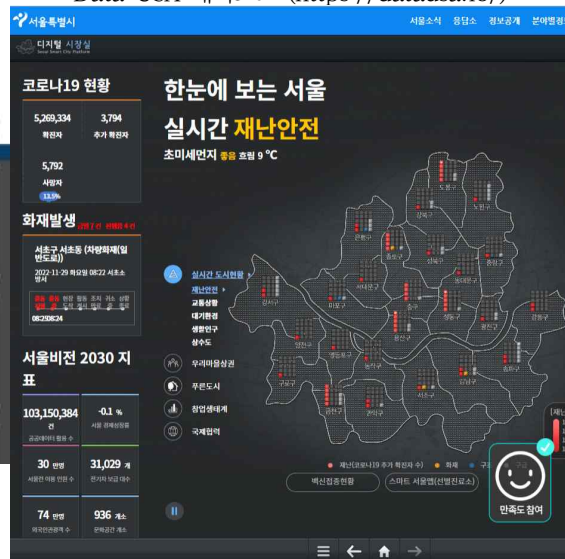
UCL CASA 런던 대시보드
(<https://citydashboard.org/london/>)



Data USA 대시보드 (<https://datausa.io/>)



더블린 대시보드*
(<https://dashboards.maynoothuniversity.ie/>)



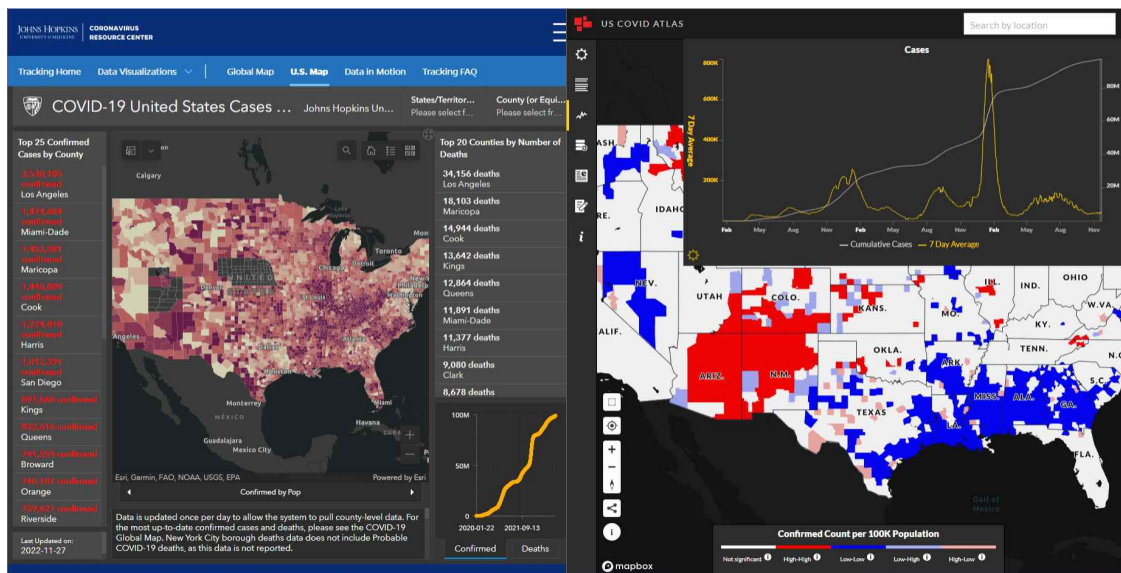
서울 디지털 시장실 (<http://scpm.seoul.go.kr>)

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

그림 1. 도시 대시보드

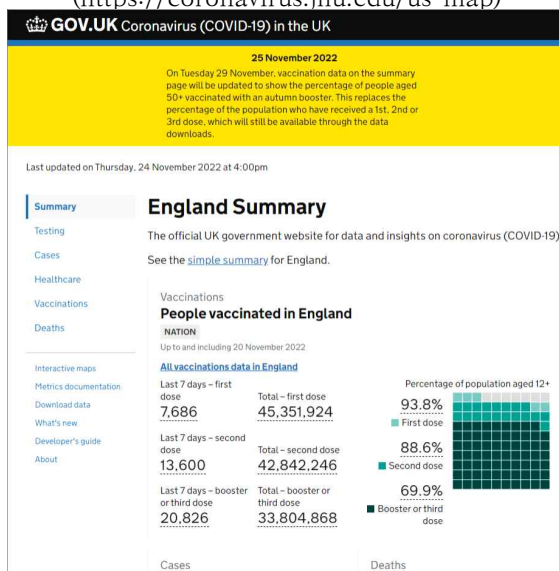
이후 코로나19 전염병 확산(이후 팬데믹) 상황에서 대시보드는 확진자, 사망자, 백신 접종자 등의 정보에 대하여 신속하고 투명하게 정보를 제공하고, 사용자가 원하는 정보를 탐색할 수 있는 도구로서 널리 활용되었다(Budd et al., 2020; 이채현 외, 2021). 특히, 대한민국은 코로나19 팬데믹 초기단계에서 확진자 동선과 활동지역을 온라인 대시보드를 통해 공개하였으며, 디지털 접촉 추적(digital contact tracing)에 활용하였다(Yang, 2022). 그림2 에서 소개하고 있는 존스홉킨스 대학교의 대시보드는 코로나-19와 관련된 정보제공과 더불어 사용자들이 감염병과 연관된 지역별 특성 및 속성을 탐색하고, 결과물을 다운로드 하여 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 공간패턴 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 대시보드를 제작하였다. 반면에 중앙정부가 운영하는 공식 대시보드는 위와 같이 팬데믹 초기에 코로나19의 심각수준을 지도와 그래프를 통해 공간별 시계열 변화에 관한 정보를 제공하다가, 최근 포스트 팬데믹(post-pandemic)에 진입하게 되면서, 백신 접종률 및 발생동향에 대한 정보공개에 초점을 맞춰 운영되고 있다. 이러한 대시보드를 통한 시의성 있는 정보제공은 감염병 대응을 위한 사람들의 자발적인 사회적 거리두기와 전염병 확산방지를 위한 봉쇄정책(lockdown)과 같이 정부의 감염병 대응 정책 의사결정에 기여하였다(이원도, 2022).



존스홉킨스 대학 대시보드
(<https://coronavirus.jhu.edu/us-map>)

시카고 대학 GeoDa Center 대시보드
(<https://theuscovidatlas.org/map>)



영국 정부 공식 대시보드
(<https://coronavirus.data.gov.uk/>)

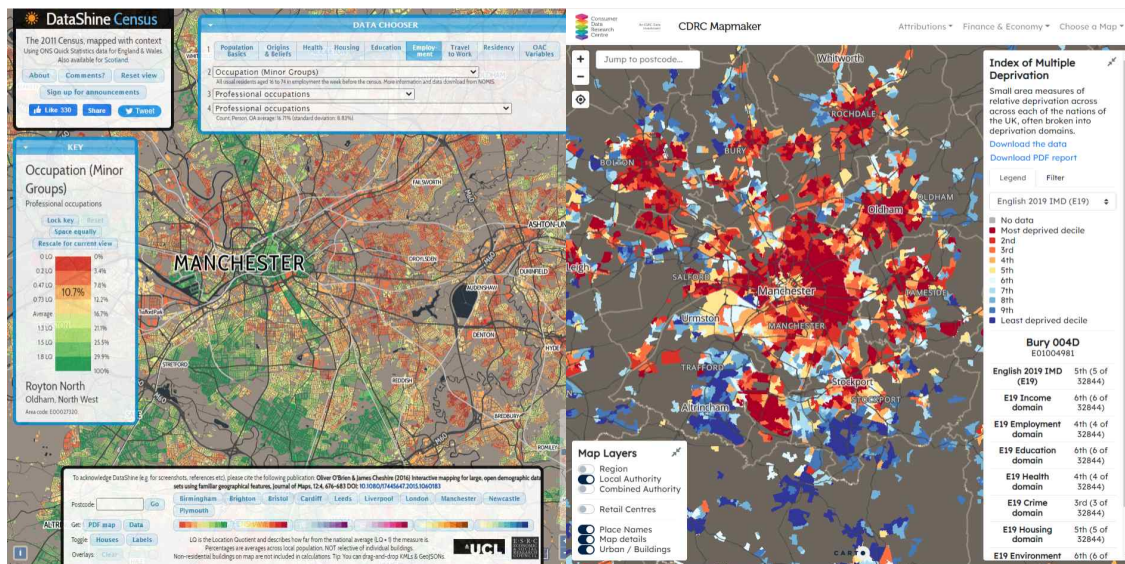


대한민국 정부 공식 대시보드*
(<https://ncov.kdca.go.kr/>)

* 정식 누리집으로 운영 중, 확진자 동선과 주요 지점에 대해선 민간 종합상황지도(<https://coronapath.info>)에서 서비스되었었음(현재는 공개되지 않음).

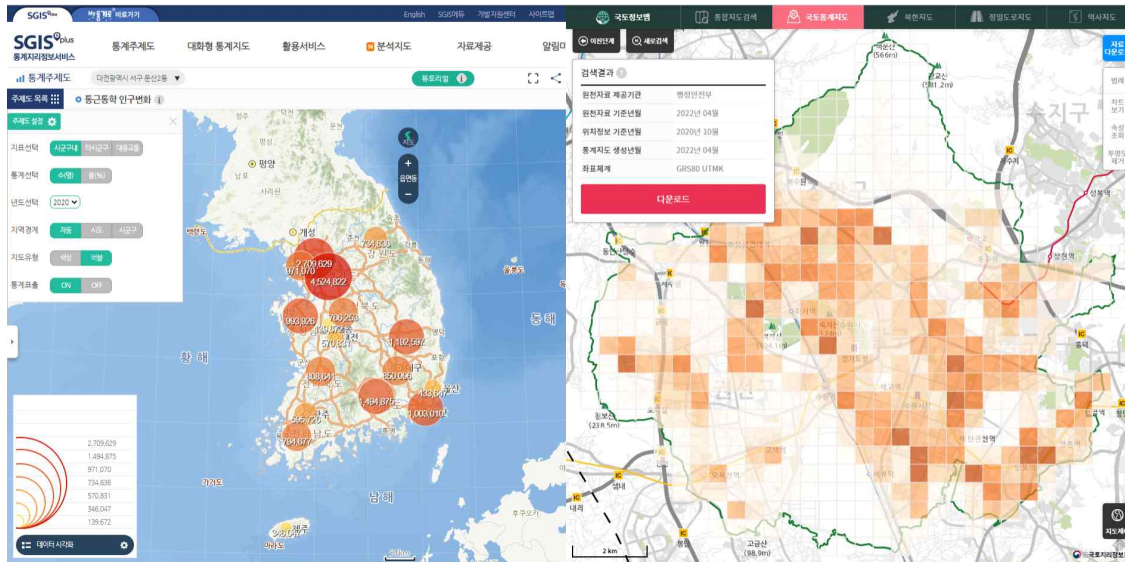
그림 2. 감염병 (코로나19 팬데믹) 대응 대시보드

최근 대시보드는 시각화 서비스에 그치는 것이 아니라 (1) 새로운 유형의 빅데이터에 효과적인 시각화 기법을 제언하고, (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. 그림3에서 소개하고 있는 영국 DataShine과 소비자 데이터 연구센터(Consumer Data Research Centre)의 서비스는 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 통계지리서비스와 국토지리정보원 국토정보플랫폼 국토정보맵이 대화형 지도로 서비스를 제공하고 있다. 하지만 개방형 플랫폼의 실현을 위해서는 한 화면에서 원하는 통계자료를 검색, 탐색, 다운로드 할 수 있는 플랫폼으로의 개선이 필요하며, 사용자가 원하는 공간 분석단위(예: 행정동, 법정동, 광역경제권 등)를 자유롭게 설정할 수 있는 맞춤형 지역(bespoke regionalisation)에 대한 통계정보 제공이 가능해야 한다(Lan & Longley, 2021).



영국 DataShine
(<https://datashine.org.uk/>)

영국 CDRC maps
(<https://mapmaker.cdrc.ac.uk/>)



통계청 통계지리서비스 대화형 통계지도
(<https://sgis.kostat.go.kr/view/map/interactiveMap>)

국토지리정보원 국토정보플랫폼 국토정보맵
(<http://map.ngii.go.kr/ms/map/NlipMap.do>)

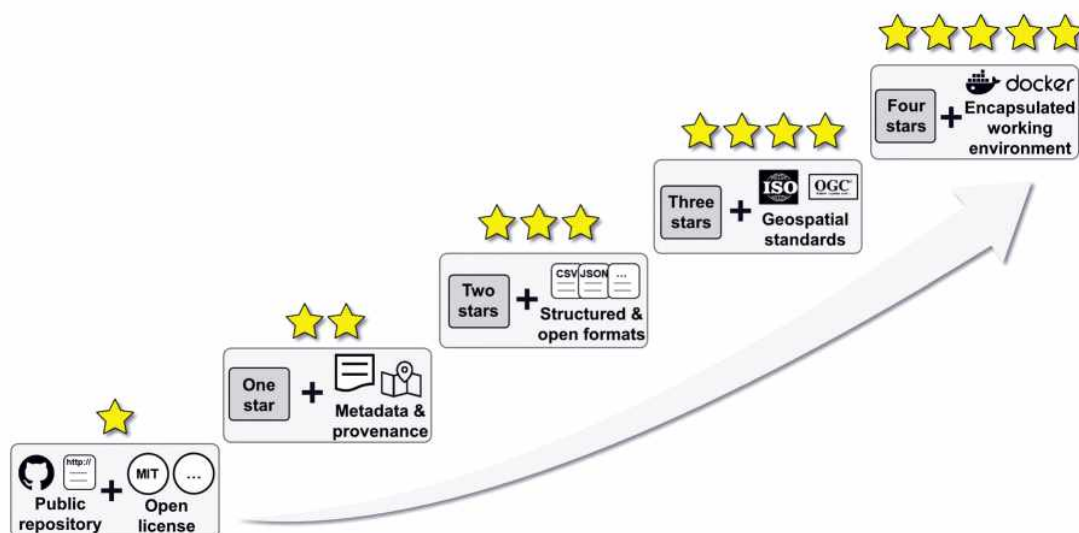
그림 3. 개방형 공간정보 기반 인구통계 서비스

이러한 노력과 관련하여 국내 학계에서는 주로 한국지도학회지에서 개방형 공간정보기반 인구통계 시스템과 온라인 지도 서비스에 관한 많은 연구가 수행되었다. 이진학·최은영 (2011)은 온라인상에서 GIS를 활용한 통계 서비스는 사용자와의 동적인 상호작용이 가능케 한다고 하였다. 강영옥·김현덕 (2014)는 GIS가 지도 API(Application Programming Interface)를 통해 온라인에서 매시업(mashup)을 통한 공간적 시각화 결과물 작성 및 제공에 기여하고 있으며, 이 과정에서 오픈소스 기반 플랫폼과 클라우드 서비스 사용을 제안하였다. 서양모·김원균 (2015)은 공간빅데이터의 효율적인 시각화를 위한 데이터의 조직화 과정, 즉 대표적인 특성을 강조할 수 있는 필터링, 샘플링, 데이터 비닝, 클러스터링 등을 이용하여 데이터를 축소하여 표현하는 방법이 고려되어야 하는 것을 강조하였다. 김지우·이진학 (2017)은 사람, 사물, 자금 등 지역간 공간적 상호작용이나 이에 따른 공간조직의 형성과 변화를 분석하고 이해하는 데 중요한 자료로써 플로우 데이터(flow data)의 중요성을 역설하였으며, JavaScript 기반 오픈소스 시각화 라이브러리인 D3.js 사례 및 다양한 시각화 결과물을 통한 정보제공의 유용성을 제안하였다. 또한, 향후 세밀한 시공간적 단위에서 플로우 데이터의 시각화를 위한 가이드라인 작성의 필요성과 공간정보 지도화(mapping)에 대한 인식의 변화를 촉구하였다.

III. 지역활력 탐색도구 설계 및 재현

본 연구의 목적인 대시보드를 활용한 지역활력도 탐색도구 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, (3) 시계열적으로 변화하는 지역별 여건 및 상황을 정기적으로 모니터링하기 위하여 제안되었다. 본 연구에서는 연구 결과물의 연계·활용성을 높이고, 투명성을 확보하기 위하여 대시보드 작성 및 배포과정에 재현성과 반복가능성을 고려하였다.

재현성(reproducibility)과 반복가능성(replicability)은 최근 연구윤리 확보 및 연구결과의 진실성을 판단할 수 있는 중요한 판단기준으로 평가받고 있다. Asendorpf et al. (2013)는 재현성은 반복가능성의 필수조건이며, 연구투명성이 보장된 개방형 저장소(repository)를 통한 원본자료 공개의 중요성을 강조하였다. 반복가능성은 유사한 데이터를 동일한 연구방법론과 절차에 적용하였을 때 (통계적으로) 큰 차이가 없는 결과값을 확인할 수 있어야 한다고 주장하였다. 나아가 Wilson et al. (2020)은 연구자들(과 GIS 전문가)들이 연구데이터와 코드를 공개해야 하는 것을 강조하였으며, 이를 위해서 온라인 상에서 개방형 연계데이터를 출판(publishing)의 5단계 별점(five-star system)체계를 제안하였다(그림 4 참조).



출처: Wilson et al., (2020, 1313).

그림 4. 온라인 기반 데이터 출판의 5단계 별점체계

본 연구는 이중 1단계에 해당되는 개방형 저장소 활용 및 오픈 라이선스(open license)를 채택하여 대시보드 설계지침(design guideline)에 반영하였다. 구체적으로, GitHub를 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 제한없이 활용할 수 있다(그림 5, 6 참조). 향후 연구데이터와 코드 공유와 더불어 속성정보가 포함된 메타데이터(metadata)와 소프트웨어 사용기록(software package and version used)을 함께 제공함으로써 2단계로 향상될 수 있다. 제안된 대시보드는 지도(왼쪽), 속성정보 (오른쪽 상단), 도표 및 차트 (오른쪽 하단) 개체로 구성되어 있으며, 지역별 공간패턴 및 주제별(정주여건, 사회적 활력, 경제적 활력) 차이를 즉각적으로 확인하기 위하여 지도 개체를 가장 크게 화면에 배치하였다. 또한, 개방형 플랫폼 접근방향을 고려하여 모든 데이터 및 시각화 결과물을 한 화면에서 검색, 탐색, 다운로드 할 수 있도록 하였으며, 통계정보를 다양한 양식(format)으로 다운로드 하거나 복사할 수 있는 기능을 추가하였다. 도표 및 차트는 지도 개체와 연결되어 사용자가 원하는 지역의 통계정보를 빠르게 확인할 수 있도록 설계하였다.

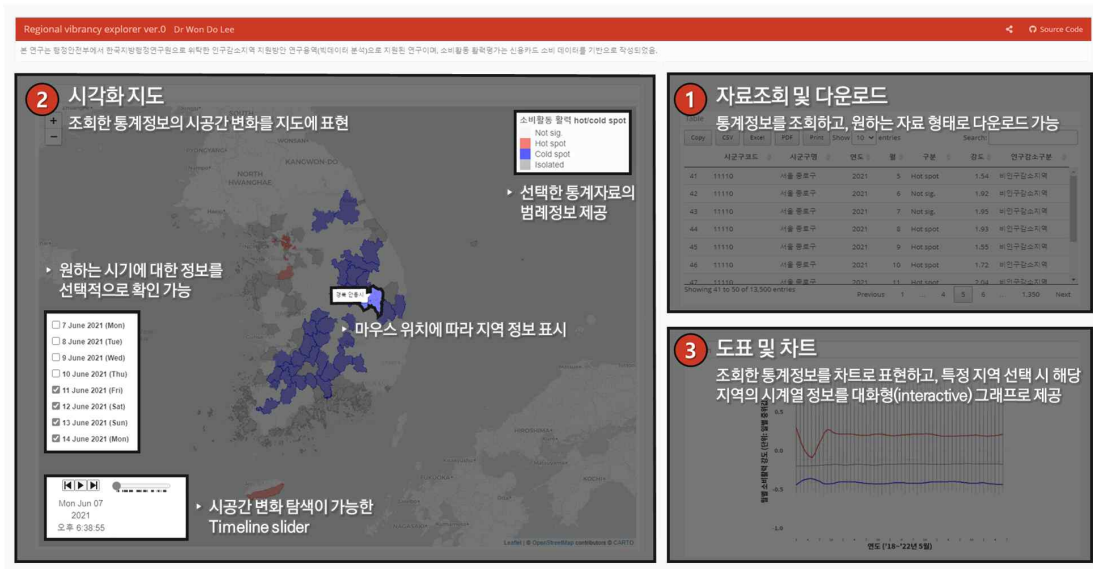
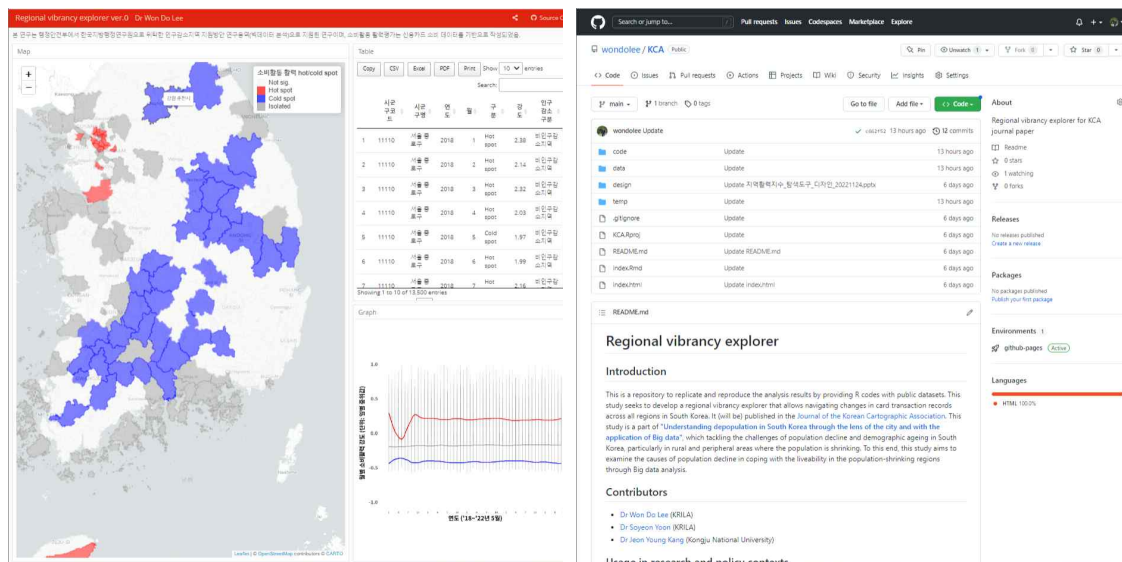


그림 5. 온라인 기반 지역활력지수 탐색도구: 설계지침



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

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

그림 6. 온라인 기반 지역활력지수 탐색도구: GitHub를 통한 재현 및 공유

대시보드의 효율적인 정보전달을 위해 본 연구에서는 Young &Kitchin (2020)가 제안한 대시보드의 6가지 주요 쟁점(critiques)사항에 대하여 아래 표1과 같이 대응하였다. 본 연구 결과물은 구체적으로 창의적 해석 및 가치창출에 관한 인식론(epistemology)에 있어서 지역별 수준을 비교·모니터링 할 수 있는 정보를 제공함으로써 인구감소 및 지방소멸 대응전략 수립을 지원한다. 목적과 접근성(scope and access)에 있어서는 오픈 라이선스를 적용하여 코드와 연구데이터를 공개하도록 했으며, 진실성 및 타당성(veracity and validity)은 원천자료(raw data)의 검수와 분석기법의 검증과정을 통해 자료의 신뢰성을 확보하는 방식으로 대응하였다. 가용성 및

역량(usability and literacy)에 있어서는 탐색기능을 통하여 사용자가 분석결과를 활용할 수 있도록 하였으며, 다양한 주제별 데이터를 쉽게 탐색 및 가용할 수 있도록 하여 활용과 유용성(use and utility)을 확보하였다. 마지막으로 개인의 위치정보 보호권리(Geoprivacy)가 고려된 대시보드 및 자료를 구축하여 윤리(Ethics)를 보장하였다. 이를 통해 본 연구에서 제작된 대시보드는 사용자의 목적과 대상을 고려하여 효과적인 정보전달 및 정책 의사결정 지원이 가능할 것으로 판단된다.

표 1. 대시보드의 6가지 쟁점사항 대응방향

쟁점사항	설명	지역활력도 탐색도구 대응방향
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 모니터링이 가능, 지역별 인구감소 및 지방소멸 대응 전략의 기초자료로 활용가능
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 코드와 연구데이터를 공개
진실성 및 타당성 (veracity and validity)	얼마나 대시보드 내용이 신뢰성(trust)이 있는가?	원천자료 검수과정을 통한 자료 신뢰성 확보 및 공간분석 기법(Getis-Ord Gi*)을 활용한 hot/cold spot 작성
가용성 및 역량 (usability and literacy)	얼마나 대시보드 내용이 총체적(comprehensible)이며 사용가능(usable)한가?	시계열적으로 변화하는 공간적 패턴을 확인할 수 있으며, 누구나 손쉽게 탐색과 다운로드가 가능함
활용과 유용성 (use and utility)	대시보드에 어떠한 응용 프로그램(applications)과 가치(value)가 존재하는가?	주제별 연구데이터 탐색 및 다운로드가 가능, 이를 통한 정보재생산과 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 및 지방소멸 대응 정책을 추진하는 데 있어 지역의 여건에 대한 객관적인 이해를 바탕으로 의사결정이 이뤄질 수 있도록 지원하기 위하여, 공공 및 민간 빅데이터를 활용한 지역활력도 탐색도구를 설계하고 재현하였다. 특히, 국가적 대응전략의 실효성 제고를 위해서는 중앙정부-지자체-지역 주민의 유기적인 정보 공유 및 의사소통체계가 필요하다는 것을 인식하고, 지역의 정주여건, 생활인구 활력수준, 소비활동 활력수준을 정기적으로 모니터링할 수 있는 지표를 개발하고 이를 데이터의 탐색과 시각화가 가능한 디지털 대시보드를 통해 제공하고자 하였다.

본 연구에서는 앞서 대시보드의 변천 과정(초기-도시 대시보드-데이터 스토리텔링)에서 나타난 각 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 주요지표를 대화형 시각화 결과물(예: 지도와 그래프)의 형태로 온라인에 제공함으로써 정기적인 지역 모니터링이 가능하도록 하였다. 셋째, 새로운 시각화 기법을 활용한 분석 결과물을 통해 시계열적으로 변화하는 지역별 여건 및 상황에 대한 즉각적인 이해와 격차해소 및 위기대응을 위한 정책발의(policy initiatives)에 기여할 수 있도록 하였다.

향후 지역활력도 탐색도구는 정부가 지향하는 “디지털 플랫폼 정부”의 국정목표 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 연구결과물을 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 거버넌스 주체들의 데이터 활용역량을 높여, 주도적으로 지역문제를 진단하고 해결방안을 함께 모색하는 데 기여할 수 있다(이영주 외, 2020).

다만, 현재 재현된 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)과 Lan & Longley(2021)의 연구에서 지적하였듯 대시보드는 더 다양한 방식으로 데이터를 살펴볼 수 있고, 더 효과적인 시각화를 위해서는 이를 강조할 수 있는 표현방식 및 색상 등에 관한 명확한 지침이 필수적이다(이재현 외, 2021). 향후 대시보드는 지자체의 효과적인 지역 모니터링을 위한 데이터 양식과 시각화 지침에 대한 설문조사를 바탕으로 개선이 되어야하며, 이를 위해선 효율적인 시각화 기법 및 지도화 양식에 관한 선행연구가 필요하다.

사사

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

참고문헌

- 강영옥, 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 & 이슈 Brief). 국토연구원 국가균형발전지원센터.
- 김현호, 이제연, 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*. 김정한역. 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.
- 이상림, 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, 이경은, 유수동, 윤준호, 유란희. (2022). *인구감소지역 지원방안 연구: 빅데이터 분석 (행정안전부 수탁과제 보고서)*. 한국지방행정연구원.
- 이재현, 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/fir/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do;jsessionid=ksSGkqmDOW32St97ou5PnFFJ.node20?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttlId=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>
- 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>
- 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>

교신: 강전영, 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)