

도시가로 회복성 감지: 딥 러닝과 MGWR 방법론적 관점을 이용한 해석

한신*, 정태열**

*경북대학교 조경학과 박사과정, **경북대학교 조경학과 부교수, 경북대학교 지역개발연구소 운영위원

1. 서론

도시화가 진행되면서 무분별한 도시 확장, 도심 환경 파괴, 가로의 활력 저하 등의 다양한 악영향을 미치고 있다. 사람들은 질 낮은 도시공간에 오래 있을 경우 스트레스를 받을 수 있고, 스트레스가 심할 때는 심리 질환과 생리 질환을 일으키기도 한다. 반면, 질 좋은 도시가로는 회복성이 좋아 정신을 진작시키고, 심리적 스트레스를 줄여주며, 부정적인 감정을 제거하여 다양한 만성질환의 발병률을 낮추는 데 효과적이다. 도시가로의 회복성은 도시가로의 스트레스와 각종 나쁜 감정을 덜어주고 심리적 피로를 풀어주어 심리 및 생리 건강을 어느 정도 개선하는 것을 말한다. 도시 계획자들은 질 좋은 도시가로는 사람들에게 회복성을 주고 심리적 스트레스를 줄여주기 때문에 회복성을 목표로 도시가로 조성에 주력하게 되었다(Hagen, 2021). 빅데이터의 발전은 도시가로의 회복성 감지를 연구할 수 있는 확실한 연구 기반을 제공한다. 컴퓨터 기술의 급속한 발전으로 딥러닝을 활용한 도시문제 연구도 늘고 있다(Nagata, 2020). 본문의 연구 목적은 다음과 같다: (1) SegNet 모델을 이용하여 스트리트 뷰 이미지를 분할하고 결과를 시각적 요소로 분류한다. (2) Random Forest 모델을 이용하여 도시가로의 회복성 감지를 예측한다. (3) OLS, GWR, MGWR을 이용해 가장 해석력이 높은 모델을 선택함으로써 도시가로 시각적 요소가 회복성 효과에 미치는 영향을 탐색한다.

2. 연구 방법

2.1 SegNet 모델 기반 도시가로 시각요소의 분류

이미지분할은 장면감각을 이해하기 위한 중요한 기술 중 하나로 스트리트 뷰에서 실체를 분할하여 식별하는데 목적이 있다. 스트리트 뷰를 입력해 훈련이 완료된 모델을 이용해 각 카테고리의 시각요소 라벨을 예측할 수 있다. 연구에 적용된 SegNet은 Cambridge대학교 팀이 2015년 개발한 이미지 분할 오픈소스 프로젝트로 이미지 속 물체를 분할할 수 있다. 시각요소 데이터를 통해 감지를 해석하기 위해 SegNet 이미지 분할 기법을 사용하여 각 스트리트 뷰에서 시각 요소의 비율을 계산하여 분류한다.

2.2 Random Forest 모델 기반 도시가로 회복성 감지 예측

도시가로 회복에 대한 도시민의 감지를 탐구하기 위해 Random Forest 기반 모델을 활용한다. 모델을 이용한 중국 광둥성 남산구 도시가로의 회복성 감지 평가를 실시한다. 자원봉사자 한 명당 스트리트 뷰 50장을 감지에 점수를 매기고, 모든 채점 결과를 훈련 데이터 집합으로 만든다. 작업을 수행할 때 새로운 입력 샘플이 들어오면 숲(森林)의 모든 결정목(木)을 개별적으로 판단하고 분류하고, 각각의 결정목은 자신의 분류 결과를 얻으며, 결정목의 분류 결과 중 어떤 분류가 가장 많으면 Random Forest는 이 결과를 최종 결과로 받아들인다(Han, 2022).

2.3 도시가로 회복성 감지 모델의 분석

도시가로의 시각적 요소 특징이 공간 내에서 회복성 감지에 어떤 영향을 미치는지 분석하기 위해 OLS, GWR, MGWR 등 세 가지 다른 회귀 모델을 사용한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 스트리트 뷰 이미지 분할 및 도시가로 시각요소 분류

Cityscapes 데이터를 이용하여 SegNet 모델을 훈련한다. 훈련 결과 훈련 집중 정확도는 90.83%, 검증 집중 정확도는 89.95%로 스트리트 뷰의 분할 작업을 실현할 수 있다고 판단된다. 이후 이미지를 Others, Building, Sky, Fence, Vegetation, Road, Sidewalk, Flora, Car 8가지 시각요소로 분류했다.

3.2 도시가로 회복성 감지 예측

자원봉사자가 채점한 태그 데이터 중 3분의 2는 Random Forest 모델을 훈련시키는 데, 나머지 3분의 1은 모델의 정확도를 측정하는 데 쓰인다.

Random Forest 결과는 average error 2.01%, RMSE 2.91%, OOB error 5.96%, OOB RMSE 8.47%였다. Random Forest 기반 도시가로 회복성 감지 모델 정확도가 90%를 넘어 인간 감지 예측에 실천성이 높다고 설명할 수 있다.

연구 구역의 모든 스트리트 뷰 회복성 감지 점수를 합산한다. 0-2점의 스트리트 뷰를 저회복 감각의 스트리트 뷰로 한다; 3-4점의 스트리트 뷰를 중회복 감각의 스트리트 뷰로 한다; 5-6점의 스트리트 뷰를 고회복 감각의 스트리트 뷰로 한다. 저중고 감각 스트리트 뷰에 대한 시각요소가 평균치를 취하고 있으며, 이 회복성감지에서 거리별 시각요소가 차지하는 특징이 있다. 고회복성 감각은 저중 회복성 감지에 비해 Others의 비율이 낮고 Building의 비율이 낮음을 알 수 있다. Vegetation의 비율은 저중 회복성보다 훨씬 높았다.

Table 1. 감지점수별 도시가로의 시각요소 특성

	Others	Building	Sky	Fence	Vegetation	Road	Sidewalk	Flora	Car
Low scoring of restorative perception	0.139	0.077	0.331	0.033	0.023	0.162	0.015	0.004	0.078
Medium scoring of restorative perception	0.132	0.066	0.355	0.015	0.067	0.170	0.023	0.010	0.081
High scoring of restorative perception	0.096	0.042	0.266	0.015	0.190	0.182	0.035	0.014	0.085

3.3 도시가로 회복성 감지모델 해석

OLS 회귀모델은 연구 데이터가 공간적으로 평온한지 아닌지를 판단할 수 있는 공간 회귀의 선행 판단이다. Robust_Pr의 유의성 P가 모두 0.05보다 작다는 것은 각 시각요소가 통계학에서 유의미하다는 것을 보여준다. 그러나 Koenker(BP)는 현저하고, 각 시각적 요소가 공간적으로 불평온하다는 것을 증명하며, 동일한 변수가 공간적으로 서로 다른 영역에서 회귀하는 효과가 다르고 이질성이 존재하기 때문에 다음 단계인 GWR, MGWR의 공간 회귀 분석을 수행할 수 있다. 공간 회귀를 통해 Others, Building, Fence는 모두 감지와 부정적인 상관관계를 나타내며, 감지 상승의 저해 요인으로 작용한다는 것을 알아냈다. Road, Sidewalk, Vegetation, Sky는 모두 회복성 감지와 긍정적인 상관관계를 보여 회복성 감지를 향상시키는 긍정적인 요소이다.

4. 결론

SegNet 모델은 스트리트 뷰 분할 작업에서 우수한 성능을 보였다. Random Forest 모델은 도시가로 회복성 감지 예측 정확도가 높아 실천적 가치가 높다. 점수별 도시가로 시각요소 비중은 규칙적이고, 고점수 감지에서는 Others와 Building이 가장 낮고, Vegetation이 가장 높다. 서로 다른 모델의 탐색을 통해 가로 회복성 감지에 대한 각 가로 시각 요소의 공간 이질성이 존재한다는 것을 발견하였다. Building, Fence는 회복성 감지에 뚜렷한 부정적 효과가 있으며, Vegetation, Sky는 회복성 감지에 뚜렷한 긍정적인 효과가 있다. 다른 시각적인 요소는 회복성 감지에 큰 영향을 미치지 않는다.

참고문헌

- Hagen, O. H. and A. Tennøy(2021) Street-space reallocation in the Oslo city center: Adaptations, effects, and consequences. Transp Res Part Transp Environ 97, 102944.
- Han, X., L. S. Wang., H. Seo, J. He and T. Jung(2022) Measuring Perceived Psychological Stress in Urban Built Environments Using Google Street View and Deep Learning. Front. Public Health 10, 891736.
- Nagata, S., T. Nakaya., T. Hanibuchi., S. Amagasa., H. Kikuchi and S. Inoue(2020) Objective scoring of streetscape walkability related to leisure walking: Statistical modeling approach with semantic segmentation of Google Street View images. Health Place 66, 102428.