

멀티존 분석을 통한 도시 지표면 온도 예측 모델 개발

Development of an Urban Land Surface Temperature Prediction Model Through Multi-Zone Analysis

한유한¹ · 전철민²

Yuhan Han¹ · Chulmin Jun²

¹서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정(dbgks25@uos.ac.kr)

²서울시립대학교 공간정보공학과 교수 교신저자(cmjun@uos.ac.kr)

요약

본 연구는 도시 열섬 현상 완화를 위해 지표면 온도 예측 모델을 개발했다. 기존의 식생 지수 사용의 한계를 극복하기 위해 세분류 토지피복 지도만을 활용하였으며, 'Multi Zone' 방식을 통해 거리별 토지피복 특성을 분석했다. 연구 결과, 토지피복 데이터만으로도 유사한 성능을 보이며, 도시 개발 및 녹지 프로젝트에서 지표면 온도 완화 방안을 모색할 수 있는 중요한 모델임을 확인했다. 향후 연구는 추가적인 변수 적용을 고려한다.

1. 서론

도시 열섬 현상은 지구온난화로 인해 점차 심각해지는 도시 기후 문제 중 하나로, 도시 지역의 인공 건축물과 도로 등으로 인해 온도가 상승하는 경향이 있다(Mohajerani, Bakaric, & Jeffrey-Bailey, 2017). 이에 따라, 도시 지표면 온도에 대한 연구는 온도 상승 요인 파악과 완화 방안 모색을 중심으로 진행되고 있다. 이에 많은 연구들이 머신러닝 및 딥러닝을 이용하여 지표면 온도와 도시를 구성하는 피복과의 관계에 대해 분석 연구를 수행하고 있다. 특히 본 연구에 앞서 수행된 기존 연구(Lee, Cho, Han, & Kim, 2024)에서는 머신러닝을 이용하여 토지피복온도와 도시지역의 인공 및 자연피복과 식생지수 등을 이용하여 관계를 분석하고 향후 토지피복의 변화에 따른 토지피복온도의 변화를 예측했다. 하지만 해당 선행연구들의 경우 토지이용변화

에 따른 토지피복온도의 변화를 예측할 때 변화되는 식생지수까지 추정해야 하는 문제가 발생한다.

본 연구는 이러한 맥락에서 도시 지역의 지표면 온도 예측을 위한 세분류 토지피복 지도의 활용 방안을 제시한다. 기존 연구(Lee, Cho, Han, & Kim, 2024)에서는 NDBI, NDWI, NDVI와 같은 경관적 특성이 중요하게 다뤄졌지만, 이러한 식생지수는 실제 적용에 제약이 따른다. 예를 들어, 위성 영상의 특정 시점을 분석하기 위해서는 구름이 적고, 연속적인 데이터 확보가 어려워 월별 및 계절별 분석에 제한이 있다. 이에 본 연구는 이러한 한계를 극복하고자 토지피복 데이터만을 이용한 지표면 온도 예측 모델을 제안한다.

특히, 본 연구는 지표면 온도 인접 독립 변수들의 집계 방식에서 'Multi Zone' 방식을 도입하여, 하나의 집계 영역을 사용하는 대신, 영역 내부를 구간별로 나누어 거리별 토지피복 특성을 파악하고자 한다. 이를 통

해 다양한 시점에서 지표면 온도 변화를 정밀하게 분석할 수 있으며, 거리별 토지피복 특성을 고려한 예측 모델을 개발한다. 이와 함께, 도시 개발 및 녹지 프로젝트에서 토지피복 변화를 통한 지표면 온도 완화 방안을 모색하는 데 기여하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 2019년 Landsat8 데이터를 활용해 종속 변수인 지표면 온도를 30m × 30m 해상도로 분석하였다. 독립변수로 토지피복 면적(도시화 지역, 농경지, 숲, 초지 등)을 사용하였다. 지표면 온도 예측 모델은 XGBoost 알고리즘을 적용했으며, 50m 단위로 Zone을 생성하고, 설명력 상승률이 둔화되는 지점까지 Zone 개수를 확대하여 모델을 평가하였다.

최적 Multi Zone 예측 모델을 개발하고, 각 Zone에 속한 독립변수들이 예측 모델에 미치는 영향을 분석하였다. 도시 개발 녹지 프로젝트는 지하화 예정 도로인 과천대로를 대상으로 수행했으며, 도로를 인공 초지로 변화시킴으로써 지표면 온도 변화 시뮬레이션을 수행했다.

토지피복 요소만을 고려한 모델은 경관적 특성(NDVI 등)을 추가한 모델과 비교했을 때 설명력이 다소 낮지만, 큰 차이는 없었다. 이는 식생지수가 지표면 온도 예측에 중요한 요소이기 때문이다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 도시 지표면에 대한 다양한 시뮬레이션에서 적합한 설명력을 나타내어, 향후 도시 계획 및 녹지 조성에 유용할 것으로 판단된다.

3. 결론

본 연구는 세분류 토지피복 지도를 활용하여 도시 지역의 지표면 온도를 예측하는 모델을 제안하고, 'Multi Zone' 방식을 적

용해 거리별 토지피복 특성을 분석하였다. 연구 결과, 토지피복 데이터만으로도 지표면 온도를 예측할 수 있는 가능성을 확인했으며, 경관적 특성(NDVI 등)을 포함한 모델과의 비교에서 유사한 성능을 보였다. 본 연구는 도시 개발 및 녹지 프로젝트에서 지표면 온도 완화를 위한 데이터 기반 의사결정에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 연구에서는 추가적인 환경적 변수와 결합한 예측 모델의 개선이 요구된다.

사사

이 성과는 정부(환경부)의 재원으로 한국 환경산업기술원의 탄소중립 특성화대학원 사업의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. Mohajerani, A., Bakaric, J., & Jeffrey-Bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal of environmental management*, 197, 522-538.
2. Lee, G., Cho, Y., Han, Y., & Kim G. (2024). Follow-up study on Characterizing the relationship between land characteristics and surface temperature using explainable artificial intelligence models [Manuscript submitted for publication]. *Science of The Total Environment*.