

기후 위기에 맞서 탄소중립을 위한 도시 나무 캐노피 인공지능 모델 연구

정지선, 김경백
전남대학교 인공지능융합학과
jisunjung.official@gmail.com, kyungbaekkim@jnu.ac.kr

A Study on Urban Tree Canopy Artificial Intelligence Model for Carbon Neutrality in the Face of Climate Crisis

Jisun Jung, Kyungbaek Kim
Dept. of Artificial Intelligence Convergence, Chonnam National University

요 약

기후 위기가 대두되며 탄소중립에 많은 관심이 쏟아지고 있다. 탄소중립을 실천하기 위한 여러 가지 방법 중 도시의 수목을 관리하는 것은 탄소배출 저감, 대기질 개선 등의 환경적인 긍정적 효과를 얻을 수 있다. 수종별 온실가스 흡수량과 흡수 계수에는 차이가 있지만 도시 나무 캐노피를 증가시키면 온실가스 흡수량도 증가한다. 본 논문은 탄소정보공개 프로젝트(CDP)에서 제공하는 데이터를 기반으로 도시의 녹지 지대를 구글 지도(Google Map) 위성사진을 통해 찾아내고 지니 계수(Gini Coefficient)를 통해 도심 녹지 균형을 비교하였다. 향후 도시 수목과 녹지 데이터를 축적해 기초자료가 쌓이면 도시환경의 지표로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

도시의 공간구조는 고층건축물이나 아스팔트와 콘크리트 구조물 위주로 이루어져 있다. 심화하는 기후 위기에 취약해 도시 열섬현상을 심화시키고 대기 오염 물질과 미세먼지가 정체될 수밖에 없는 환경이다. 개선을 위해서는 바람길을 만들고 공기의 소통과 도시의 녹지공간을 통해 도시 온도를 식히기 위해 도시 나무 캐노피(Urban Tree Canopy)를 증가시키는 도시 공간 개조가 필요하다. 악화하는 지구 기후 변화에 대응하여 2050년까지 탄소중립을 달성하는 것은 지구상에서 가장 시급한 과제[1]로 도시 환경의 녹지는 주변 지역으로 확장되는 냉각 효과를 생성할 수 있기 때문에 도시 열섬 현상(Urban Heat Island)의 완화에 기여할 수 있어 중요하다[2].

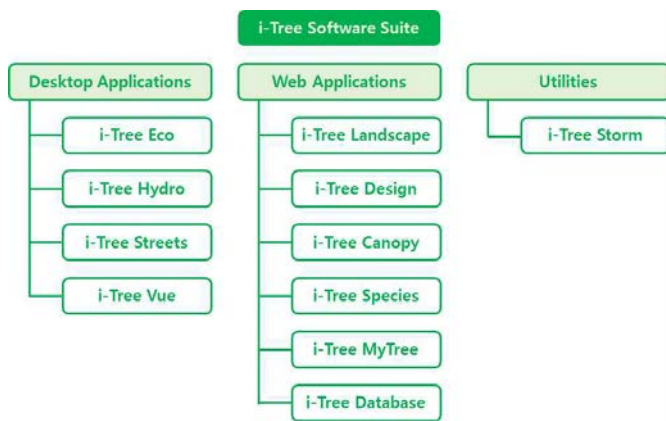
녹지 지대는 도시 생태계의 건강 증진을 위해 중요하고, 이를 유지 및 관리하기 위해서는 공간적인 현황 파악이 필요하다. 환경부에서는 2010년 이후부터 총 41개의 분류 항목을 갖는 1m급 해상도의 세분류 토지피복지도 제공하고 있다. 하지만 가로수와 같은 도시 내 고해상도 상세 녹지 정보는 기타

초지로 분류되거나 누락되고 있다.[3] 도시정보지도로 도시의 가로수의 개체 정보와 수를 공개하면 도시열섬 지도, 대기질 지도, 미세먼지 지도 등의 역할을 하고 환경 개선을 위한 도심 녹지 확대 형성 등의 계획을 수립하게 되면서 건강한 환경을 조성할 수 있다. 구글은 열섬 현상을 위해 인공지능과 구글 지도 엔진(Google Earth Engine), 항공사진을 활용해 트리 캐노피 랩(Tree Canopy Lab) 프로젝트로 해결방안을 제시했다. 나무를 심는 것을 제시하면서 미국 로스앤젤레스에서 나무 심기 프로젝트를 시범적으로 지원했다[4].

본 논문은 탄소정보공개 프로젝트(CDP)에서 공개한 데이터를 기반으로 Google Map의 위성사진을 통해 녹지 지대를 찾아내고 불균형을 파악할 수 있는 지니 계수(Gini Coefficient)를 통해 도심 녹지 균형을 비교하였다. 2장 관련 연구에서는 도심 숲 관리를 위해 활용되고 있는 i-Tree 프로그램을 소개한다. 3장 접근방법에서는 CDP 데이터 셋을 소개하고 위성사진 분석 방법과 지니 계수를 비교한다. 4장에서는 트리 캐노피 적용 범위가 작은 지역을 시각화하고 결론과 향후 연구에 관해 기술한다.

2. 관련 연구

i-Tree 프로그램은 미국 농림부(United States Department of Agriculture, USDA)에서 개발해 도심 숲 관리를 위해 활용되고 있다[5]. i-Tree는 무료 소프트웨어 프로그램으로 도심과 도심 외 지역에서 숲이나 나무 그리고 그와 관련된 비용에 관한 분석툴(tool)을 제공한다. 국외에는 적용된 사례가 많지만, 국내에는 아직 적용된 사례가 많지 않다. 나무가 제공하는 환경적인 영향과 나무, 도시 숲 관계를 정량화해 다양한 지역사회에서 관련 정책 결정에 활용되고 있다. (그림1)은 i-Tree는 Desktop에서와 웹에서 사용할 수 있는 모델 구성을 보여준다.



(그림 1) i-Tree Software Suite.

i-Tree Eco 모델은 나무 분포의 산림구조, 생태계 서비스의 가치를 평가하는 프로그램이다. i-Tree Eco는 표준화된 데이터를 사용하여 도시 숲 구조와 영향을 수치화하도록 설계되었다[6]. 나뭇잎 면적, 수종, 흉고, 직경, 높이 등의 현장 자료가 대입되면, 수종 등 구체적인 분류학적 항목으로 분류되며 가로수 특성 중 나무의 잎 면적은 크라운 치수와 누락된 크라운 캐노피 비율을 사용하여 평가된다. 이러한 데이터 변수가 수집되지 않은 경우, 모델 default 값에 의해 추정된다.

3. 접근 방법

탄소정보공개 프로젝트(CDP)는 기업과 정부가 온실가스 배출량을 줄이고, 수자원을 보호하고, 삼림을 보호하도록 이끄는 글로벌 비영리 단체로 환경 활동에 대한 세계 최대의 종합적인 데이터 세트를 보유하고 있다[7].

3.1 CDP 공개 데이터 셋

‘Full Cities Dataset(2018~2020)’는 도시별 환경에

관한 종합적 설문 내용의 답변을 담은 데이터 셋이며 ‘Full Climate Change Dataset(2018~2020)’은 도시별 기후 변화에 대한 설문 응답을 담은 데이터 셋이다.

‘Cities Disclosing to CDP(2020)’ 데이터는 CDP의 도시 공개 정보로 도시별 인구와 지리적 위치(GIS)를 가지고 있으며 한국의 도시 정보는 당진, 창원, 수원, 인천, 서울, 여수의 정보가 포함되어 있다.

3.2 Google Map 위성사진 활용

도시 공개 정보 데이터 셋을 활용해 Google Map의 위성사진에서 도시별 지리적 위치를 파악하여 14배 확대한 600×600 픽셀(Pixels)의 데이터를 얻는다.



(그림 2) 서울시 14배 확대한 구글 위성사진.

더 나아가 18배 확대한 600×600 픽셀의 위성사진 데이터로 더 뚜렷하게 녹지지대를 관찰할 수 있다.



(그림 3) 서울시 18배 확대한 구글 위성사진.

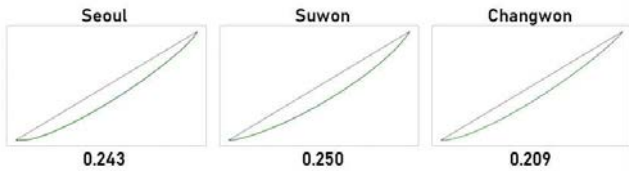
위성사진 이미지 데이터 셋을 이용해 green score를 계산하고 도시의 녹지 GIS를 파악할 수 있다.

<표 1> 서울시 녹지 GIS 좌표 위성사진 이미지 데이터

```
{
  "126.6296255,37.437665499999994.png": 0.3313972222222223,
  "126.6296255,37.4409165.png": 0.3047111111111111,
  "126.6296255,37.4441675.png": 0.38666388888888886,
  "126.6296255,37.4474185.png": 0.28278888888888887,
  "126.6296255,37.45066950000004.png": 0.3822027777777778, ...
}
```

로렌츠 곡선(Lorenz curve)은 1905년 미국의 통계

학자인 로렌츠(M.Lorenz)가 소득의 불평등 정도를 측정하기 위해 제안한 것으로, 인구의 누적 비율을 가로축에 소득의 누적 점유율을 세로축에 놓아 관계를 표현한 곡선이다. 모든 사람의 소득이 일정하다면 인구가 누적되어도 소득 누적액이 일정할 것이므로 대각선이 되지만 불평등하면 기울기가 가파른 모양의 아래로 늘어진 곡선이 된다.

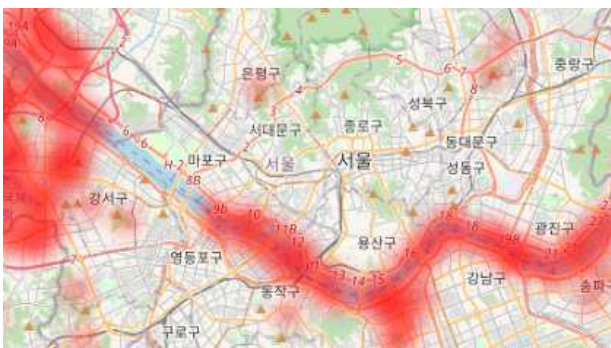


(그림 4) 도시별 지니 계수와 로렌츠 곡선.

(그림 4)는 CDP 공개 데이터에 포함된 한국의 도시 중 서울, 수원, 창원 각 도시의 녹지 균형의 지표인 지니 계수(Gini Coefficient)와 이를 그래프화한 로렌츠 곡선(Lorenz curve)이다. 가로축은 도시별 인구의 누적 비율이 되며 세로축은 녹지 공간의 범위 균형에 대해 나타나고 있다. 위의 서울, 수원, 창원 세 도시 중에서 창원의 지니 계수(Gini Coefficient)는 0.209로 가장 낮으며 로렌츠 곡선(Lorenz curve) 또한 대각에 가까운 곡선으로 나타났다. 세 도시 중에서는 창원의 녹지 공간의 범위가 인구 누적 비율 대비 균형적이다. 반면, 수원의 지니 계수(Gini Coefficient)는 0.25이며 가장 가파른 곡선을 보여준다. 녹지 공간이 균형 있게 분배되어 있지 않다는 의미이다.

4. 결론

본 연구에서는 지도 위성사진을 통해 도심의 나무 캐노피 범위를 파악해 어느 지역에 나무를 더 심어야 할지 알 수 있는 정보를 확인해보았다.



(그림 5) 서울시 트리 캐노피 범위가 작은 지역 시각화.

본 논문은 CDP 공개 데이터를 이용해 위성 이미징 데이터를 분석한 것을 정리하였다. CDP 공개 데이터에 우리나라 도시들의 데이터가 충분하지 않아 분석에 부족한 부분이 있다.

국토지리정보원은 우리나라 전국에 대해 정사영상을 제공하고 있다[3]. 향후 연구에서는 국토지리정보원의 데이터를 활용해 도시 녹지 공간과 도심내의 나무 캐노피 측정을 위해 딥러닝 기반의 U-Net 구조의 모델 또는 ResNet 모델을 구축하고 나무 캐노피를 보여주는 지도에 대한 더욱 정확한 결과를 얻고자 한다.

Acknowledgements

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2022-RS-2022-00156287).

참고문헌

[1] Wang, Fang, et al. “Technologies and perspectives for achieving carbon neutrality.” The Innovation 2, 4, pp.100180, 2021.

[2] Oliveira, S., Andrade, H., & Vaz, T. “The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon.” Building and environment, 46, 11, pp. 2186-2194, 2011.

[3] 손보경, 이연수, 임정호. “항공 LiDAR 및 RGB 정사 영상을 이용한 딥러닝 기반의 도시녹지 분류”, 한국지리정보학회지, 24, 3, pp.83-98, 2021.

[4] Google, “Tree Canopy Lab”, <https://insights.sustainability.google/labs/treecanopy>

[5] 나영린, 이도균, 김태진. “가로수의 생태학적 평가를 위한 i-Tree Eco 적용”, 2. 한국방재학회 논문집, 22, pp.15-25, 2022.

[6] Nowak, D. J., Crane, D. E.. “The Urban Forest Effects (UFORE) Model: quantifying urban forest structure and functions“, In: Hansen, Mark; Burk, Tom, eds. Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century. Gen. Tech. Rep. NC-212. St. Paul, MN: US Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 212, pp.714-720, 2000.

[7] 탄소정보공개 프로젝트(CDP), <https://www.cdp.net>