



생태계서비스 측면에서 인공지능으로 규명한 공원 관련 민원 특성

Characteristics of Park-related Complaints Identified through Artificial Intelligence in Terms of Ecosystem Services

정상규* · 이태호**

Sang-Kyu Jeong* · Tae-Ho Lee**

* First author, Professor, Dept. of Smart Eco-Industrial Convergence, Chungbuk National Univ., South Korea (neoshaky@chungbuk.ac.kr)

** Corresponding author, Associate Researcher, Division of Ecological Assessment, National Institute of Ecology, South Korea (utome@nie.re.kr)

ABSTRACT

Purpose: This study aims to analyze park-related complaints posted on social media using artificial intelligence (AI)-based natural language processing (NLP) technology to identify the characteristics of these complaints from the perspective of ecosystem services. **Method:** In this study, Python programming language and its supporting packages were utilized to scrape park-related complaint data registered on social media from July 1, 2023, to June 30, 2024, extracting the words that comprise the complaints. Using AI-based NLP techniques, specifically TF-IDF and K-means clustering algorithms, the importance of the extracted words was calculated and clustered. Additionally, the service support elements of parks inferred from the extracted words were classified into gray infrastructure and green infrastructure, and the characteristics of the complaints were quantified from the perspective of ecosystem services. **Result:** Complaints related to national parks and urban parks were strongly raised, particularly focusing on park management and infrastructure installation. Using AI to categorize words related to infrastructure into gray and green infrastructure, it was found that most complaints were concentrated on gray infrastructure, such as parking lots and restrooms. Complaints about green infrastructure were relatively few, with some even opposing ecosystem conservation and management. This was interpreted as a result of the public's lack of understanding and interest in the ecosystem services provided by parks.

KEYWORD

생태계서비스
인공지능
공원
민원

Ecosystem Service
Artificial Intelligence
Park
Complaints

ACCEPTANCE INFO

Received Jul. 31, 2024

Final revision received Sep. 4, 2024

Accepted Sep. 10, 2024

© 2024. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

도시의 고밀화, 대량 생산, 과소비에 따른 대량의 자원과 에너지 투입은 환경오염과 함께 기후변화에 따른 세계적 위기를 초래하였다[1, 2]. 지속적인 도시화 현상으로 기후 위기의 완화 수단인 녹지가 잠식되고[3] 생물 종 다양성이 감소하였다[4]. 이러한 문제들을 해소하기 위해 세계적으로 녹색 공간의 중요성이 확대되었고 기후 변화와 생태계 파괴를 저지하기 위한 다양한 '녹색 기반구조(green infrastructure)' 구축 전략들이 실행되어 왔다[5].

UN은 2000년부터 2015년까지 밀레니엄 개발을 위해 세계 각국의 과학자들과 새천년생태계평가(Millennium ecosystem assessment)를 추진하면서 생물종 다양성의 산물과 서비스를 설명하기 위한 생태계서비스의 개념을 도입하였다[6]. 생태계서비스는 생태계의 구성 요소들을 소비하여 인간의 복지를 구현하는 것[7]으로 공원은 생태계가 제공하는 공급, 조절, 문화, 지원 서비스들을 제공하여 기후 변화로 압박을 받아온 도시 환경의 지속 가능성과 회복탄력성을 강화하는 수단이자 심신의 휴양, 오락, 감상, 여가 활동을 위해 방문하는 공간이다. 따라서 공원의 생태계서비스 강화를 위해서는 다양하고

복잡하게 얽혀있는 생태계서비스들의 상충과 시너지 효과를 고려해야 한다[8]. 공원의 생물종 다양화는 방문객들에게 다양한 볼거리와 각종 여가 및 체험 활동의 기회를 제공하여 생물 다양성 보전과 휴양 서비스 제공 사이에 시너지 효과가 나타나기도 하지만 방문객 수용 공간 확보를 위한 공원 내 생물 서식공간 잠식으로 양자 간에 상충관계가 나타날 수도 있다[9]. 인터넷 소셜 미디어는 다양한 휴양, 감상, 소비 활동 등에 관한 리뷰 작성으로 공원의 관리와 인식에 대한 연구를 지원하는 핫스팟이 될 수 있다[10]. 공원 방문객들이 소셜 미디어 플랫폼에 올리는 공원 관련 리뷰들은 불만 제언, 감정 표출, 건설성, 방문 경험 설명, 가치판단에 관한 것으로 특정 공원의 전반적인 이미지를 만들어낸다[11]. 따라서 시너지 효과와 상충관계는 공원 방문객이 해당 공원에 대해 갖는 이미지를 통해 파악될 수 있을 것이다. 이에 이 연구에서는 소셜 미디어에 게시된 공원 관련 민원 내용들을 인공지능(artificial intelligence, 이하 AI) 기반의 자연어 처리(natural language processing, 이하 NLP) 기술을 통해 분석하여 생태계서비스의 관점에서 해당 민원의 특성을 규명하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 내용

이 연구에서는 한국의 대표적인 민원 포털인 '국민신문고'에 2023년 07월 1일부터 2024년 06월 30일까지 등록된 민원 내용들 중에서 공원과 관련된 민원 사례 350건에 한하여 분석을 수행하였

다. 프로그래밍 언어인 파이썬(Python) 환경에서 AI를 지원하는 여러 함수들이 포함된 패키지들을 가져와 웹 게시물 데이터의 자동 수집을 위한 웹 스크래핑과 NLP를 위한 토큰화를 수행하여 생태계서비스의 관점에서 공원 관련 민원의 특성을 분석하였다.

2. 이론적 고찰

2.1. AI 기반의 NLP

NLP는 AI가 인간의 언어를 이해하고 생성하는 기술로 주로 대규모 언어 모델을 사용한다. ‘GPT(Generative Pre-trained Transformer)’ 시리즈와 같은 대표적인 생성형 AI는 입력된 텍스트를 바탕으로 문장을 완성하거나 새로운 문장을 만들어낼 수 있다. 이러한 모델은 대규모 데이터셋을 학습하여 언어의 패턴과 구조를 이해하며, 문법적으로 옳고 의미 있는 텍스트 생성 능력을 갖는다(Devlin 외, 2018)[12].

NLP를 처리하는 언어 모델의 기계 학습에는 주로 지도 학습(supervised learning)과 비지도 학습(unsupervised learning) 방법이 사용된다. 지도 학습은 레이블이 있는 데이터를 바탕으로 모델을 학습시키는 방법이며, 비지도 학습은 레이블이 없는 데이터를 사용하여 패턴이나 구조를 발견하여 학습하는 방법이다. 생성형 AI의 언어 모델은 사전 학습된 비지도 학습 방법 중 하나로 순차적인 데이터 처리 방식이 아닌 대량의 병렬 처리와 빠른 학습 속도로 언어 모델링, 텍스트 생성, 번역 등의 NLP 발전에 중요한 기반이 된 트랜스포머(Transformer) 구조를 기반으로 사용자와 상호작용하며 자연어를 이해하고 처리한다(Vaswani 외, 2017)[13]. 이와 같이 생성형 AI의 잠재력을 최대한 활용하기 위해서는 텍스트 토큰화 등을 포함하는 NLP 과정에서 인간과 기계의 상호작용이 중요하다(Bridgelall, 2024)[14]. ‘코엔엘파이(KoNLPy, Korean Natural Language Processing in Python)’는 파이썬 프로그래밍 언어로 한국어의 NLP를 할 수 있는 패키지로 웹문서의 내용을 스크래핑한 데이터를 이 라이브러리를 통해 처리할 수 있다. 이 라이브러리는 쉽고 간단한 사용, 직관적인 함수명 사용, 확장가능성의 설계 철학을 바탕으로 개발되었다. 이 패키지의 소스는 사용자의 요구에 따른 지속적인 확장을 위해 온라인에 공개되어 개발자들의 참여를 독려했다[15].

2.2. 온라인 민원 처리

‘국민신문고’는 국민들이 인터넷으로 정부에 민원이나 각종 건의 사항을 제출할 수 있는 범정부 국민 소통 포털로 민원 처리의 투명성과 효율성 증진을 위해 2003년 8월부터 시스템 구축이 추진되었다. 이 시스템을 통해 국민들이 건의사항, 부당한 대우, 행정 처리에 대한 불만, 정보 공개 청구, 상담 요청 등에 관한 민원을 온라인으로 제출할 수 있다. 제출된 모든 민원은 중앙에서 관리하고 배분하여 처리하고 민원인은 제출된 민원의 담당 부서 배정 및 접수, 검토, 처리 결과에 대한 현황을 조회할 수 있다. AI는 ‘국민신문고’와 같은 민원 처리 시스템의 효율성 개선뿐만 아니라, 민원 빅데이터 분석을 통해 문제 탐색 및 해결을 비롯하여 부처별 정책 발굴과 대응까지 연계하여 수행할 수 있는 행정 시스템의 고도화 수단이 될 수 있다[16]. 일례로 Metha와 Passi(2022)는 AI를 통해 소셜미디어 상에 등록된 텍

스트를 토큰화하여 증오 발언(hate speech)의 감지를 시연하였다[17].

2.3. 공원의 생태계서비스

생태계 서비스는 생태계로부터 사람들이 얻을 수 있는 상품, 규제 서비스, 지원 서비스, 문화 서비스들을 모두 포함하는 혜택으로 생태계와 생물들이 인류의 삶을 영위하도록 지지하는 것[18]으로 2000년대 들어서 유엔 주도로 각국의 과학자들이 2005년까지 새천년생태계평가(Millennium ecosystem assessment)를 수행하면서 생물다양성의 산물과 서비스를 설명하기 위해 생태계서비스를 ‘인간이 생태계로부터 얻는 혜택’으로 정의하였다[6].

Boyd와 Banzhaf(2005)은 생물학적, 화학적, 물리적 속성들과 같은 ‘생태계 기능’과 인간이 평가하는 생태계의 양상인 ‘생태계 서비스’를 구분하여 생태계서비스를 생태계 구성요소의 소비를 통해 인간의 복지가 실현되는 것으로 정의하였다[7]. 생태계서비스는 상호 의존적이라 때로는 중복되기도 하지만 일반적으로 4가지 유형, 즉 공급, 규제, 지원 및 문화 서비스로 구분된다. 공급 서비스는 식품, 목재, 연료, 직물용 섬유, 물, 토양, 약용식물 등과 같은 자연의 산물을 제공하는 서비스이다. 규제 서비스는 대기과 수질 정화, 기후 조절, 탄소 포집 및 저장 등의 자연적 조절을 제공하는 서비스이다. 지원 서비스는 공급 및 규제 서비스의 중요한 기초인 광합성을 유도하고 토양 및 서식지 등을 제공하는 서비스이다. 문화 서비스는 자연과 접촉을 통해 얻어지는 미적, 영적 및 심리적 혜택을 제공하는 문화적 휴양 활동과 관련된 서비스이다[19].

공원이 제공하는 생태계서비스는 생태계의 지속 가능성과 인간의 삶의 질을 향상시키는데 중요한 역할을 한다. 공원은 다양한 생물종의 서식지를 제공하여 생물 다양성을 유지하고 증진하는 역할을 하고 특히 도시화로 인한 자연 서식지 감소 문제를 완화하는데 중요한 역할을 하고 도시의 열섬 현상을 완화시켜 온열 스트레스 및 에너지 소비 감소에 기여한다(Aronson et al., 2017)[20]. 이와 같이 지구 온난화에 따른 기후위기 상황에서 시민들에게 다양한 생태계 서비스들과 편의 시설들을 제공하는 공원은 최적화된 자연 기반 설계를 통해 시민들의 열 스트레스를 해소할 수 있는 적응 수단이 될 수 있다[21]. 또한 공원의 녹지는 대기 오염 물질을 흡수하여 공기질을 개선하고 대기 중의 이산화탄소를 흡수하여 도시의 탄소발자국을 줄여주어 기후 변화 완화에 기여한다[22]. 또한 공원은 빗물을 흡수하고 저장하여 홍수 예방, 지하수 보충, 수질 개선에도 도움을 주며 수자원 관리를 향상시키고 시민들에게 여가와 휴식을 제공하여 정신적 스트레스 감소와 신체 활동 촉진으로 시민들의 건강과 삶의 질을 향상시키는데 중요한 역할을 한다[23]. 이와 같이 공원은 전술한 공급, 규제, 지원, 문화 서비스 유형들을 모두 포함하는 생태계서비스들을 제공할 수 있는 중요한 공간이다. 도시는 통합된 사회 생태 시스템으로 계획되어야 하고 도시 공원의 계획 및 설계는 생태계서비스 제공에 초점으로 두고 실행되어야 한다(Enssle과 Kabisch, 2020)[24]. Donahue 외 (2018)는 소셜 미디어 데이터를 활용해서 공원 이용 패턴을 분석하였고 분석 결과의 도시 공원 관리 활용 가능성을 제시한 바 있다[25].

3. 연구 방법

3.1. 민원 분석 도구 선정

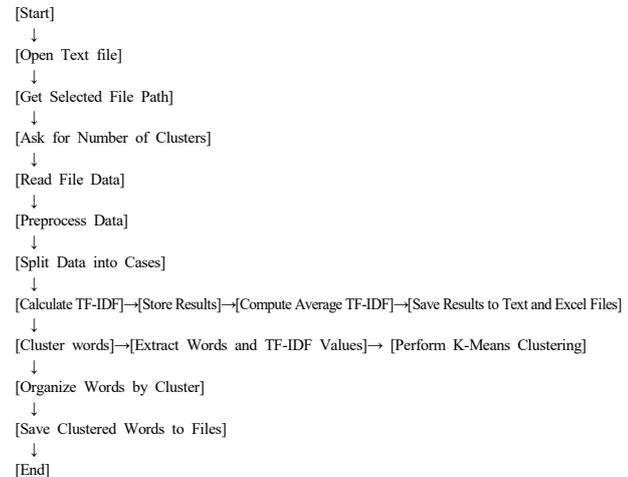
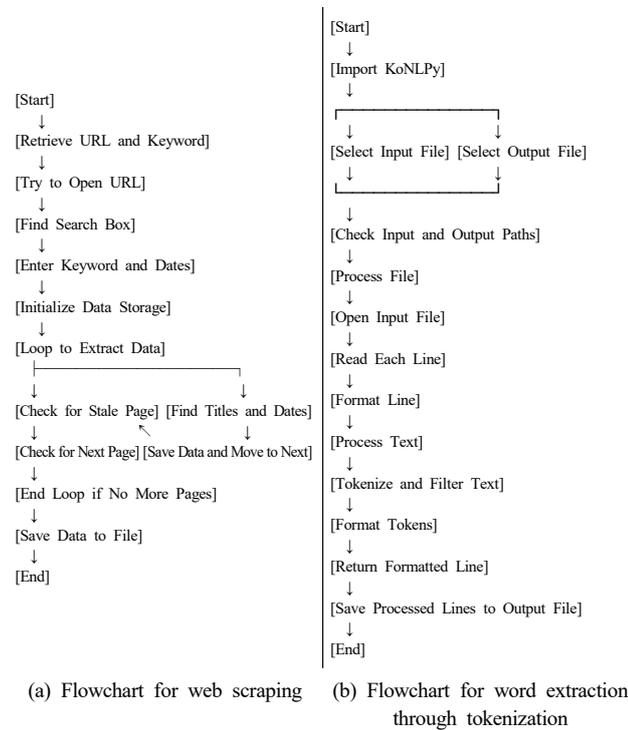
생태계 서비스 측면에서 공원 관련 민원 특성을 규명하기 위해 고급 프로그래밍 언어인 ‘파이썬’ 3.12 버전을 활용하였고 다양한 모듈들과 연계하여 기존 파이썬에서 AI 기능을 지원할 수 있는 아나콘다(Anaconda)사가 개발한 패키지들을 활용하였다. 아나콘다의 파워셸 프롬프트(Anaconda Powershell Prompt)를 통해 웹스크래핑, 데이터 분석, 토큰화, 군집화 등을 위한 모듈들을 설치하였고 NLP를 위한 파이썬 코드의 작성과 편집은 아나콘다의 ‘스파이더(Spyder)’ 5 버전을 사용하였다,

3.2. 데이터 수집

이 연구에서는 ‘파이썬’을 활용하여 국민권익위원회가 운영하는 ‘국민신문고’에 2023년 7월 1일부터 2024년 6월 30일까지 1년간 등록된 전체 민원 사례들 중에서 조회어를 ‘공원’으로 하여 검색된 350건의 민원 데이터를 수집하였다. 이 연구에서는 데이터 수집을 위해 웹 사이트에서 자동으로 데이터를 추출하는 프로세스인 웹 스크래핑(web scraping) 기술을 활용하였다. 데이터 수집을 실행하는 웹 스크래핑 코드의 플로우 차트는 Fig. 1.(a)와 같다.

3.3. 토큰화

AI의 한 분야인 NLP는 사람이 사용하는 언어를 컴퓨터가 이해하고 처리할 수 있도록 하는 기술 집합으로 이 연구에서는 수집된 민원 사례들의 내용을 처리하기 위해 텍스트를 단어나 형태소 등과 같은 작은 단위로 나누는 “토큰화(tokenization)” 기술을 활용하였다. 수집된 민원 사례들은 한국어로 작성되었으므로 토큰화를 위해 한국어의 NLP를 수행할 수 있는 파이썬 패키지인 ‘코엔엘파이(KoNLPy)’[15]를 활용하였다. ‘코엔엘파이’ 패키지를 활용하여 민원의 주요 내용을 담고 있는 제목을 구성하는 텍스트로부터 명사를 추출할 수 있는 파이썬 코드를 작성하여 실행하였다. 해당 코드의 실행 흐름도는 Fig. 1.(b)와 같다.



(a) Flowchart for web scraping (b) Flowchart for word extraction through tokenization (c) Flowchart for clustering words based on TF-IDF Values

Fig. 1. Flowcharts of AI-based NLP for analyzing complaint content

3.4. 화제 분석

‘TF-IDF (용어 빈도-역 문서 빈도, Term Frequency-Inverse Document Frequency)’ 방법은 NLP 과정에서 문서 집합에서 특정 단어의 중요도를 평가하는 데 사용되는 방법으로 텍스트 데이터를 기계학습 알고리즘이 처리할 수 있는 수치 데이터로 변환할 수 있다. TF(용어 빈도)는 특정 용어가 문서에서 등장하는 횟수를 문서 내에 존재하는 전체 용어수로 나눈 값이다. IDF(역문서빈도)는 전체 문서 집합에서 특정 용어의 중요도를 나타내는 지표로 자주 출현하는 용어의 가중치는 낮추고 드물게 출현하는 용어의 가중치는 높임으로써 많은 문서에서 출현하는 용어의 경우에는 IDF 값이 낮고 적은 문서에 출현하는 용어의 경우에는 IDF 값이 높다.

$$TF(t,d) = \frac{\text{용어 } t \text{가 문서 } d \text{에 등장한 횟수}}{\text{문서 } d \text{의 총 용어 수}} \quad (1)$$

$$IDF(t,D) = \log\left(\frac{N}{1+DF(t)}\right) \quad (2)$$

여기서, N: 전체 사례(문서)수,
DF(t): 용어 t가 출현한 사례(문서)수

TF-IDF는 전술한 TF와 IDF를 곱한 값으로 TF-IDF 값이 높은 단어는 문서 집단에서 중요도가 높은 화제어가 될 수 있다.

$$TF-IDF(t,d,D) = TF(t,d) \times IDF(t,D) \quad (3)$$

따라서 TF-IDF 값을 통해 문서의 화제어 추출, 문서 간 관련성 및 중요도 판단, 데이터 분류 등의 작업을 효율적으로 수행할 수 있다. 이 연구에서는 공원 관련 민원 내용을 구성하는 단어들의 중요도 분석을 위해 TF-IDF를 활용하였다. 'K-평균 군집화 알고리즘(K-means clustering algorithm)'은 분석할 데이터를 여러 집단으로 나누고 각 집단과 거리 차이의 분산을 최소화하여 k개의 집단들로 묶어주는 알고리즘이다. 이 과정에서 동일 집단의 데이터 객체 간 유사도는 증가하고 다른 집단에 있는 데이터 객체와의 유사도는 감소하게 된다. 이 연구에서 TF-IDF 값에 따라 단어들을 군집화하기 위해 작성한 코드의 실행 흐름도는 Fig. 1.(c)와 같다.

이 연구에서는 공원 관련 민원 데이터에서 추출한 단어들의 TF-IDF값의 유사도에 따라 순위별로 군집화하기 위해 이 알고리즘을 활용하였다. 민원 내용에서 추출한 단어들 중 공원의 서비스와 관련된 기반구조를 '회색기반구조(gray infrastructure)'와 '녹색기반구조(green infrastructure)'로 구분하여 각각에 해당하는 단어들을 선별하여 해당 단어들의 중요도를 파악하여 생태계서비스를 지원하는 '녹색기반구조'와 관련된 민원 요소들의 중요도 수준을 파악하여 전반적인 민원 특성을 생태계서비스의 관점에서 규명하였다.

4. 공원 관련 민원 특성

4.1. 민원 구성 단어

웹스캐핑으로 수집된 350건의 공원 민원 사례들에서 민원의 제목을 NLP를 통해 토큰화한 결과에 따르면 모두 891개의 단어들을 얻어낼 수 있었다. 이 단어들 중에서 민원 검색을 위한 조회어로 사용된 '공원'은 가장 많은 빈도로 출현된 단어로 나타났다. 이에 해당 단어는 민원 내용을 구성하는 토큰들의 관계와 중요성을 파악하는 과정에서 제외시켜 총 890개 단어들을 분석 대상으로 정하였다.

민원 사례별로 민원 제목을 토큰화하여 얻어진 단어들을 서지정보형식의 텍스트 파일로 변환하였다. '보스뷰어(VOS viewer)[26]'는 서지정보형식의 파일에 수록된 단어들의 상호 관계를 사례별로 해당 단어들의 동시출현 빈도에 따라 간단하게 분석하고 가시화할 수 있는 도구이다. 이에 이 도구를 활용하여 민원 사례별 토큰화된 단어들의 관계를 Fig. 2.와 같이 가시화하고 분석하였다. 그 분석결과에 따르면 전반적으로 '국립공원(national park)'이라는 단어가 네트워크 상에서 노드 크기, 즉 전체연결강도(total link strength)가 가장 컸다.

4.2. 단어의 중요도

공원 관련 민원사례에서 추출된 토큰들 중에서 분석대상으로 선별된 890개의 단어들을 대상으로 단어의 빈도와 중요도를 나타내는 지표인 TF-IDF 값을 산출하였다. TF-IDF 값이 높은 단어는 특정 주제를 대표할 수 있는 중요한 의미를 가질 확률이 높다. 반면에 상대적으로 TF-IDF 값이 낮은 단어들은 중요도가 낮게 판정된다.

토큰화된 단어들은 최소값 0.00061으로부터 최대값 0.03502의 범위에서 TF-IDF 값들이 산출되었다.

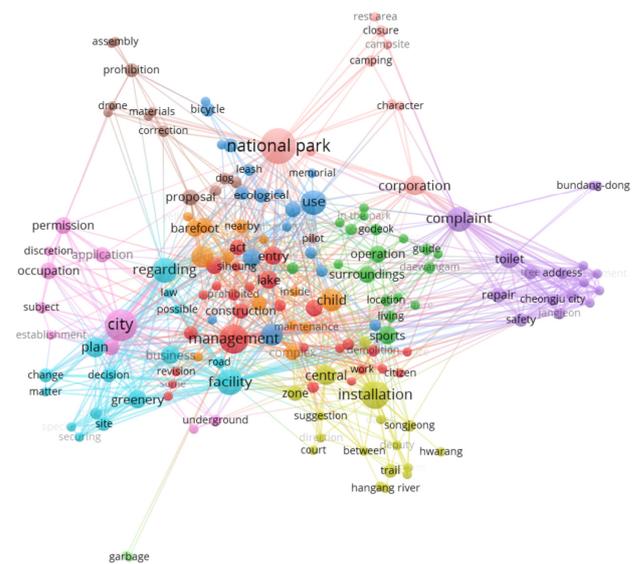


Fig. 2. Network of relationships between tokenized words

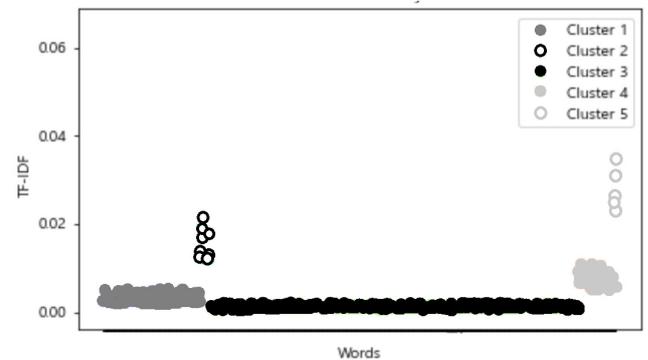


Fig. 3. TF-IDF scatter plot by cluster

4.3. 단어의 군집

K-평균 알고리즘을 활용하여 TF-IDF를 기준으로 토큰들을 유사한 중요도를 가진 5개 집단으로 군집화하였다. TF-IDF의 값에 따라 내림차순으로 도출된 최상위 집단은 0.023~0.035, 상위집단은 0.012~0.021, 중위집단은 0.005~0.011, 하위집단은 0.002~0.005, 최하위집단은 0.0006~0.0023의 범위에서 군집화되었다(Fig. 3.).

최상위집단은 5개 단어들로 군집화된 'Cluster 5'이고 상위집단은 18개 단어들로 군집화된 'Cluster 2', 중위집단은 62개 단어들로 군집화된 'Cluster 4', 하위집단은 168개 단어들로 군집화된 'Cluster 1', 최하위집단은 639개 단어들로 군집화된 'Cluster 3'으로 나타났다.

Table 1.은 집단별 TF-IDF값이 높은 순서대로 상위 10위에 속하는 단어들을 나열한 표이다. 전체 단어들 중에서 최상위 집단에 해당되면서 가장 높은 TF-IDF 값(0.035)이 산출된 단어는 "국립공원"이었다. 이는 여러 공원들 중에서 국립공원과 관련된 민원이 집중되었음을 의미한다. 상위집단에서 "도시"에 해당하는 TF-IDF가 0.0196로 높게 산출되어 도시 내에 있는 공원에서 발생하는 문제들도 민원을 야기하는 주요 요인이 됨을 유추할 수 있었다. 또한 상위 집단에서 "시설"의 TF-IDF가 0.0214로 가장 높게 산출되었다. 최

Table 1. Top 10 words for each cluster

Clusters	Words	TF-IDF	Clusters	Words	TF-IDF
Cluster 1 (Lower cluster) (n=168)	Danger	0.00520	Cluster 3	City hall	0.00221
	Siheung City	0.00518		Data	0.00219
	Urging	0.00515		Seongbuk District	0.00218
	Tree	0.00512		Gyeonggi Province	0.00217
	Hot spring	0.00499		Weekend	0.00216
	Street lamp	0.00495	Cluster 4 (Middle cluster) (n=62)	Project	0.01107
	Seongnam City	0.00493		Plan	0.01102
	Apartments	0.00484		Operation	0.01091
	Inversion table	0.00473		Coporation	0.01050
	Life	0.00468		Green space	0.00961
Cluster 2 (Upper cluster) (n=18)	Facility	0.02139		Improvement	0.00959
	Children	0.02136		Playground	0.00947
	City	0.01959		Around	0.00930
	Use	0.01827		Pet dog	0.00919
	Central park	0.01802		Access	0.00914
	Lake	0.01785	Cluster 5 (Top cluster) (n=5)	National park	0.03502
	Development	0.01780		Request	0.03107
Parking lot	0.01766	Related		0.02645	
Inquiry	0.01404	Management		0.02538	
Parking	0.01357	Installation		0.02320	
Cluster 3 (Bottom cluster) (n=639)	Erection	0.00232		-	-
	Construction	0.00232		-	-
	Entrance	0.00231	-	-	
	Include	0.00227	-	-	
	Electric car	0.00226	-	-	

Where, n: Number of words

Table 2. Words related to green infrastructure and gray infrastructure

Infrastructure	Words	TF-IDF	Cluster
Green infrastructure	Green space	0.00961	Middle
	Tree	0.00303	Lower
	Pasque flower	0.00197	Bottom
	Cotton	0.00195	Bottom
	Lake	0.00173	Bottom
	Flower bed	0.00156	Bottom
	Animals	0.00149	Bottom
	Sprout	0.00145	Bottom
	Waterfall	0.00142	Bottom
	Crops	0.00141	Bottom
	Wildlife	0.00141	Bottom
	Pigeon	0.00136	Bottom
	Valley	0.00133	Bottom
	Organism	0.00132	Bottom
	Lotus	0.00131	Bottom
	Pine tree	0.00107	Bottom
Gray infrastructure	Plum blossom	0.00096	Bottom
	Acorn	0.00093	Bottom
	Parking lot	0.01766	Upper
	Restroom	0.01210	Upper
	Street lamp	0.00495	Lower
	Playground	0.00366	Lower
	Bridge	0.00331	Lower
	Plaza	0.00242	Lower
	Bench	0.00195	Lower
Building	0.00108	Lower	
Tunnel	0.00113	Bottom	

상위 집단에 속하는 “관리”와 “설치”도 TF-IDF 값이 각각 0.0254와 0.0232로 매우 높게 나타나 공원의 관리 및 공원 내 특정 시설 등의 설치에 대한 강도 높은 민원이 제기되었음을 파악할 수 있었다.

4.4. 생태계서비스 측면에서의 민원 특성

생태계서비스 측면에서의 민원 특성 규명을 위해 웹스크래핑과 토큰화 작업을 통해 추출된 890개의 단어 목록을 생성형 AI인 ‘GPT-4o’에게 업로드시켜 기계학습을 시켰다. 그리고 나서 해당 단어 중에서 생물종을 포함한, 생태계서비스 제공을 위한 자원이 되는 “녹색 기반구조”에 해당하는 단어들을 선별하도록 프롬프트 창을 통해 명령하였다. 그 결과에 따르면 생태계서비스를 지원하는 ‘녹색 기반구조’에 해당하는 단어들의 대부분이 TF-IDF의 최하위 집단에 해당되었다. 이는 생태계서비스를 지원하는 생물종의 보전과 녹색 기반구조의 조성과 관련된 민원들이 적극적으로 제기되지 않았음을 시사한다. 그럼에도 불구하고 “녹지”는 TF-IDF 값이 0.0096로 중위 집단에 해당되어 다른 생태계서비스 지원 요인들에 비해 상대적으로 활발하게 민원이 제기된 것으로 분석되었다.

자연 기반 구조가 아닌 인공물 중심의 기반구조인 ‘회색 기반구조’에 대한 단어들은 생태계서비스와 관련한 녹색 기반구조에 비해 상대적으로 TF-IDF 값들이 높게 나타나 공원 관련 민원이 회색 기반구조의 조성, 설치, 개선, 관리에 대한 요청에 치중되었음을 파악할 수 있었다. 특히 “주차장”과 “화장실”과 관련된 TF-IDF 값은 각각 0.0177과 0.0121로 중요한 의미를 갖는 상위 집단으로 분류되어 이들과 관련하여 매우 적극적인 민원이 제기된 것으로 분석되었다 (Table 2.).

국가적 차원에서 중요한 자연 자원과 생태계 보전을 목표로 하는 국립공원에 대한 민원 사례들이 빈번했다는 것은 국립공원에 대한 국민의 관심이 높다는 것을 방증한다. 하지만 이러한 국민의 관심이 생태계의 종 다양성 보전에 집중되었다기 보다는 운동과 여가활동을 지원하는 시설, 기구, 산책로 등과 같은 건강 증진을 비롯하여 주차장 이용과 같은 공원 내 사용자 편의 시설 개선을 요구하는 편익 제공 위주의 민원이 집중된 것으로 분석되었다. 생물종 보전과 관련하여 공원 내에 화초 및 수목 보호에 대한 일부 민원을 제외하면 동·식물 보호를 위한 민원 사례들은 거의 없었다. 반면에 농작물에 피해를 주는 야생동물을 비롯하여 공원 내 비둘기와 고양이 등의 보호에 대해 불만을 제기하는 민원 요청 사례들이 있었다. 이러한 분석 결과는 공원이 제공하는 생태계서비스의 중요성에 대한 대중의 이해와 관심의 부족을 방증한다. 따라서 공원의 생태계서비스 기능에 대한 생태 교육 프로그램 강화를 통한 국민의 인식 개선으로 생태계의 중요성을 이해하여 공원 내 생물종, 토양, 수질 등과 같은 자연 자원을 지속 가능하게 관리하고 복원하여 건강한 생태계를 유지시킬 필요가 있다.

5. 결론

이 연구는 2024년 7월 기준으로 최근 1년간 한국의 대표적 민원 포털인 ‘국민신문고’에 등록된 350건의 공원 관련 민원사례들에 대하여 AI를 보조자로 활용하여 NLP를 수행하여 민원 내용을 구성하

는 단어들을 분석하여 생태계서비스 측면에서의 민원 특성을 규명하였다. 분석 결과에 따르면 공원들 중에서 주로 ‘국립공원’과 관련된 민원들이 매우 강하게 제기된 것으로 나타났고 ‘도시’ 내에 있는 공원에 대한 민원들도 비교적 강하게 제기된 것으로 분석되었다. 특히 공원의 ‘관리’와 공원 내 각종 기반구조들의 ‘설치’를 요구하는 민원들이 매우 집중적으로 제기된 것으로 밝혀졌다. 이러한 기반구조에 해당하는 단어들을 AI의 단어인식과 분류 기능을 토대로 인공물 위주의 ‘회색 기반구조’와 생물종과 자연 자원에 위주의 ‘녹색 기반구조’로 구분하여 분석하였다, 그 결과에 따르면 민원의 주를 이루는 기반구조의 조성, 설치, 개선, 관리에 대한 요구들은 주로 회색 기반구조를 대상으로 한 민원에 치우쳤다. 특히 ‘주차장’과 ‘화장실’의 설치 및 관리 등과 같은 편의제공에 대한 요구가 강하게 제기된 것으로 분석되었다. 반면에 생태계서비스 측면에서 중요하게 작용하는 녹색 기반구조에 대한 민원들은 상대적으로 미미하게 제기된 것으로 나타났다. 심지어 이러한 녹색 기반구조에 대한 보전과 관리에 반하는, 특정 생물종의 처리 등을 요구하는 민원도 존재하였다. 이는 공원 관련 민원 특성 분석이 공원의 생태계서비스 구축과정에서 나타날 수 있는 시너지 요인 이외에도 상충 요인을 파악하는데 기여할 수 있음을 예측한다. 이러한 상충 요인에 대한 민원 발생은 생물종 다양성 보전, 탄소 포집 및 도시 냉각 등을 통한 기후위기에 대응할 수 있는, 강력한 생태계서비스 수단이 될 수 있는 공원에 대한 대중의 이해와 관심의 부족에 따른 결과로 판단되었다. 이에 생태계 및 생태계서비스에 대한 지속적인 지식 전달로 국민 인식을 개선하여 공원이 인간 복지와 더불어 생태환경 보전이 균형을 유지하며 생태계서비스가 이루어지는, 건강한 공간으로 계획 및 운영될 수 있는 관리체계가 정착되어야 할 것이다. 이에 이 연구에서 적용된 AI 기반의 방법론들과 결과물들이 공원을 비롯한 많은 생태계서비스 제공이 이루어지는 녹색 기반구조에 대한 제정화로 보다 효율적으로 생태계서비스를 모니터링하고 운용하여 민원의 원활한 해소와 지속가능한 도시 및 지역 계획의사결정 모델 개발에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

이 연구에서는 민원을 제기한 주체들의 직업, 전문성, 연령 등과 같은 개별적 특성을 파악할 수 없는 상태에서 ‘국민신문고’에 등록된 빅데이터에 의존하여 민원의 특성을 규명하여 보다 정교한 신뢰성을 확보하지 못한 한계가 있다. 이에 향후 연구에서는 다양한 계층의 개별적 특성을 고려한 심도있는 설문 및 인터뷰 조사를 통해 보다 정확한 객관적 근거를 추가로 확보할 필요가 있다.

Acknowledgement

이 연구는 한국연구재단(NRF-2019R1A2C1008612) 및 국립생태원(NIE-B-2024-03)의 지원을 받아 수행되었습니다.

References

[1] UNEP (United Nations Environment Programme), Global environment outlook 2000, London: Earthscan, 2000.
 [2] European Commission, Proposed mission: 100 climate-neutral cities by

2030—by and for the citizens (Report of the Mission Board for Climate-Neutral and Smart Cities), Brussels: European Commission, 2020.
 [3] S. Pauleit, R. Ennos, Y. Golding, Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change—A study in Merseyside, UK, *Landscape and Urban Planning*, 71(2-4), 2005.03, pp. 295-310.
 [4] M.A. Goddard, A.J. Dougill, T.G. Benton, Scaling up from gardens: Biodiversity conservation in urban environments, *Trends in Ecology & Evolution*, 25(2), 2010.02, pp.90-98.
 [5] J. Langemeyer, The generation of ecosystem services in urban gardens from a socio-ecological systems perspective: Short report, COST-Action 1201, 2014.
 [6] Millennium Ecosystem Assessment (Program), Ecosystems and human wellbeing, Washington, D.C.: Island Press, 2005.
 [7] J.W. Boyd, H.S. Banzhaf, Ecosystem services and government accountability: The need for a new way of judging nature’s value, *Resources*, 158, 2005, pp.16-19.
 [8] L.L. Song et al., Research on the evaluation of cultural ecosystem services in Zhengzhou urban parks based on public perceptions, *Sustainability*, 15(15), 2023.08, 11964, <https://doi.org/10.3390/su151511964>
 [9] Y. Du, R. Zhao, Research on the development of urban parks based on the perception of tourists: A case study of Taihu Park in Beijing, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 2022.04, 5287, <https://doi.org/10.3390/ijerph19095287>
 [10] Z.Y. Shang et al., Comparison and applicability study of analysis methods for social media text data: Taking perception of urban parks in Beijing as an example, *Landscape Architecture Frontiers*, 11(5), 2023.10, pp.8-21, <https://doi.org/10.15302/j-laf-1-020083>
 [11] Z. Jianrong, Z. Zhenbin, Tourists’ perceptual presentation of national forest park—A case study of Wujin mountain national forest park, *Journal of Forest Research*, 27(1), 2022, pp.15-19, <https://doi.org/10.1080/13416979.2021.2006886>
 [12] J. Devlin et al., BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.04805>, 2018.
 [13] A. Vaswani et al., Attention is all you need, *Neural Information Processing Systems*, 30, 2017.
 [14] R. Bridgelall, Unraveling the mysteries of AI chatbots, *Artificial Intelligence Review*, 57(4), 2024.03, 89, <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10720-7>
 [15] 박은정, 조성준, KoNLPy: 쉽고 간결한 한국어 정보처리 파이썬 패키지, 제26회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회 논문집, 2014, pp.133-136. // (E.J. Park, S.Z. Cho, KoNLPy: Korean Natural Language processing in Python, Proceedings of the 26th Annual Conference on Human and Cognitive Language Technology, 2014, pp.133-136.)
 [16] 엄석진, 인공지능 시대의 민주주의와 행정: 「국민신문고」 민원시스템 고도화 사례를 중심으로, *한국행정연구*, 제30권 제2호, 2021.06, pp.35-64. // (S.J. Eom, Democracy and public administration in the age of artificial intelligence: Focusing on the case of 「e-People」 system advancement, *The Korean Journal of Public Administration*, 30(2), 2021.06, pp.35-64.)
 [17] H. Mehta, K. Passi, Social media hate speech detection using eXplainable Artificial Intelligence (XAI), *Algorithms*, 15(8), 2022.08, 291, <https://doi.org/10.3390/a15080291>
 [18] G.C. Daily, Nature’s services: Societal dependence on natural ecosystems, Washington, D.C.: Island Press, 1997.
 [19] G.C. Daily et al., Ecosystem services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems, *Issues in Ecology*, 2, 1997.
 [20] M.F. Aronson et al., Biodiversity in the city: Key challenges for urban green space management, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 2017.05, pp.189-196.
 [21] G.K.L. Wong et al., Visiting urban green space as a climate-change adaptation strategy: Exploring push factors in a push-pull framework, *Climate Risk Management*, 43, 2024, 100589, <https://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100589>
 [22] S. Wu et al., Ecological benefits and plant landscape creation in urban parks: A study of Nanhu Park, Hefei, China, *Sustainability*, 15(24), 2023.12, 16553.
 [23] X. Deng, Y. Zhou, N. Sun, Study on the evaluation of urban park landscape pattern index and its driving mechanisms in Nanchang City,

- Sustainability, 16(10), 2024.05, 4132.
- [24] F. Enssle, N. Kabisch, Urban green spaces for the social interaction, health and well-being of older people—An integrated view of urban ecosystem services and socio-environmental justice, *Environmental Science & Policy*, 109, 2020.07, pp.36-44.
- [25] M.L. Donahue et al., Using social media to understand drivers of urban park visitation in the Twin Cities, MN, *Landscape and Urban Planning*, 175, 2018.07, pp.1-10.
- [26] N.J. Van Eck, L. Waltman, Text mining and visualization using VOSviewer, *ISSI Newsletter*, 7(3), 2011, pp.50-54.