

PNU SW학습공동체 최종(중간)보고서

Github로 파일업로드하여 제출

1. 프로젝트 소개

가. 배경 및 필요성

임도(林道)는 임산물의 반출과 임업의 합리적 경영, 그리고 산림의 집약적 관리를 위한 기반시설로서 중요한 역할을 수행하고 있다. 목재 등 임산물의 운송뿐만 아니라, 산림의 다양한 기능을 실현하기 위한 산림사업의 수행에도 필수적인 요소이다. 더불어 임도는 보건휴양자원의 개발, 지역교통 개선, 지역 산업 진흥 등에도 기여하고 있으며, 「산림법」에서는 ‘산림의 효율적인 개발·이용의 고도화 또는 임업의 기계화 등을 촉진하기 위한 임업생산기반 정비시설’로 정의된다. 특히 임도는 산불 발생 시 진화 장비와 인력이 산림 내부로 신속하게 접근할 수 있는 통로가 되어 산불 대응 측면에서도 중요한 기능을 수행한다.

그러나 이러한 임도는 산사태 발생의 주요 지점이 되기도 한다. 국립공원공단의 분석에 따르면, 2011년부터 10년간 발생한 전국 산사태 약 9,600건 중 1,447건(약 15%)이 임도에서 시작되었고, 720여 개의 임도 아래 거주하는 약 1,900여 채의 민가는 직접적인 산사태 위험에 노출되어 있는 것으로 확인되었다. 그럼에도 불구하고, 인력과 예산의 부족으로 배수체계 정비 등 기본적인 안전 대책조차 이뤄지지 않은 곳이 많다.

실제 사례에서도 이러한 문제가 드러난다. 예천군 감천면의 한 마을에서는 임도 붕괴로 인한 산사태로 주민 2명이 숨지고, 마을이 큰 피해를 입었음에도 불구하고 사고 이후에도 임도 주변은 제대로 정비되지 않아 배수로에 수풀이 엉켜 있는 등 방치된 상태였다. 이는 임도 관리의 체계적 부재를 보여주는 단적인 예라 할 수 있다.

이에 본 프로젝트는 산사태 빈도와 다양한 환경 요인(지형, 토양, 강수 등)을 바탕으로 임도 주변의 산사태 위험도를 시각화함으로써, 위험 지역을 사전에 파악하고 체계적인 임도 설치 및 관리 기준을 마련하는 데 기여하고자 한다. 이러한 시각화 작업은 지자체의 임도 정책 수립과 산림재해 예방 전략에 있어 과학적 근거 자료로 활용될 수 있으며, 보다 안전하고 지속가능한 산림 관리체계 확립에 도움을 줄 것이다.

나. 개발목표 및 주요내용

임도 구간별 산사태 발생 빈도와 임도 주변 환경 요인과의 관계를 분석하고, 고위험 임도 유형 별 효과적인 보완 전략을 제안하는 것을 목표로 한다.

K-means 등 비지도 학습 기반으로 임도 유형을 군집화하고, UMAP, t-SNE를 통한 군집 구조를 시각화하고 해석한다. 시각화된 결과를 바탕으로 군집별 산사태 발생 양상을 비교 분석함으로써 위험 유형별 맞춤형 대응 전략 수립이 가능하도록 한다.

나아가 분석 결과를 시각화하여 데이터 기반 ‘임도 위험 생태지도’로 구축함으로써 일반 시민과 정책담당자 모두가 직관적으로 이해할 수 있도록 한다.

다. 정책 활용

산림재난방지법 제20조에 따라 산림청장은 효율적인 산사태 예방 체계를 구축해야 하며, 산림재난방지기관의 장은 이에 따라 예방에 필요한 조치를 수행하여야 한다. 임도는 산사태 발생 가능성이 높은 대표적인 지역이므로, 분석 결과는 위험 예측 기반의 사전 조치 및 대응 계획 수립에 실질적인 기여를 할 수 있다.

산사태 취약지역에는 「산림재난방지법」 제25조에 따라 「사방사업법」 제5조 및 제6조에 따른 사방사업이 우선하여 실시되어야 한다. 우리의 분석은 여러 변수를 계산하여 고위험 임도를 도출함으로써 사방사업 대상지를 합리적으로 선정하고 자원을 효율적으로 배분하는 데 활용될 수 있다. 특히 예산이 제한된 상황에서 투자 효율이 높은 지역을 선별할 수 있는 정책적 판단 근거가 된다.

「산림재난방지법」 제8조에 따라 지자체 및 관련 기관은 해당 조항에 따라 지역별 산림재난방지 시행계획을 수립·시행해야 하며, 분석 결과는 지역의 위험도 특성에 맞는 세부계획 수립에 필요한 과학적 데이터로 제공될 수 있다.

2. 활용데이터 및 분석 도구

가. 활용 데이터

- (임도망도) 산림평 / shp / 임도의 노선과 시공년도, 거리 등을 알려주는 산림지도
- (산사태위험지도) 산림청 / GeoTIFF / 전국 산림에 대한 10m*10m 격자별 산사태 위험등급을 제공하는 산사태위험지도
- (산림토양도) 산림청 / SHP / 산림 지역의 지형과 토양 특성을 ‘토양형’ 단위로 조사하여 대축적 수치 지도로 만든 산림지도
- (임상도) 산림청 / SHP / 국토의 산림이 어떻게 분포하고 있는가를 보여주는 대표적인 산림지도로 임종·임상·수종·경급·영급·수관밀도 등 다양한 속성 정보를 포함
- (산사태발생이력) 산림청 / CSV / 최근 5년간(2019~2023년) 전국에서 발생한 산사태 발생이력 ex. 피해원인, 피해주소, 피해면적
- (임도, 산지경사도) 국토환경성평가지도 / SHP / 경사도 분석 서비스

- (강수량) 기상청 / CSV / 방재기상관측(AWS) 최근 5년간 (2019~2023년) 전국에서 발생한 월강수량합 ex. 지점, 시간, 월 강수량합

나. 분석 도구

- (Python) 데이터 분석, AI 등에 활용되는 범용 프로그래밍 언어 / geopandas, matplotlib 등 라이브러리를 이용한 SHP 파일 처리

- (R) 통계 분석 및 시각화에 사용되는 프로그래밍 언어 / stats 라이브러리를 이용한 회귀분석

- (Geocode) 주소를 위·경도 좌표로 변환하는 지리정보 처리 도구 / geopy, googlemaps, Nominatim 등 Python 라이브러리를 이용한 지오코딩 처리

- (UMAP, t-SNE, PCA) 고차원 데이터를 저차원 공간에 투영하여 시각화할 수 있도록 돕는 차원 축소 알고리즘 / Python 라이브러리를 이용하여 클러스터링 결과의 구조적 관계를 시각적으로 표현

다. 분석 내용

- 본 분석에서는 QGIS를 활용하여 임도 중심선을 기준으로 일정 폭의 버퍼를 생성하고, 해당 버퍼 내에 포함된 산사태 관련 요인(경사, 토양, 식생, 강우 등)을 추출하였다. 이를 통해 임도 구간별 위험 요인의 분포를 파악하고, 위험도 분석을 위한 기반 데이터를 구축할 계획이다.

- 탐색적 분석 단계에서는 변수별 통계량과 분포를 확인하고, 주요 변수 간의 상관관계를 히트맵 등의 시각화를 통해 분석함으로써 전체적인 데이터 구조를 이해할 예정이다. 또한 이상치 및 결측치를 점검하여 데이터의 신뢰성을 확보하고, 이후 클러스터링 모델 설계를 위한 기초 자료로 활용할 계획이다.

- 이후 산사태 관련 변수들을 기반으로 K-means 등의 클러스터링 기법을 적용하여 유사한 특성을 가진 임도 구간들을 분류할 예정이다. 그리고 군집화 결과를 시각적으로 해석하기 위해 UMAP 및 t-SNE와 같은 비선형 차원 축소 기법을 활용하여 저차원 공간에 군집 구조를 표현하고자 한다.

3. 예상결과

본 분석모델은 임도 구간의 산사태 위험도를 정량적으로 평가하고, 이를 바탕으로 시각화된 지도를 제작할 예정이다. 이를 통해 임도 유지, 보수 및 관리 업무의 우선순위를 보다 효율적으로 제안하는데 활용할 예정이다. (QGIS 기반 공간 분석 + 산사태 위험 요인 데이터 통해 객관적이고 정량적 판단기준 제시)



그림1: 임도의 토양, 임상, 임도 경사도, 산림 경사도, 강수량 정보를 기반으로 한 클러스터링 결과, 차원 축소 후 시각화

그림2: 제주도 임도 전역에 대해 위험등급을 산정하여 색상으로 시각화한 지도

1) 임도 시공 전후의 산사태 발생 이력 비교

- 데이터셋 : 임도망도, 산사태 발생 이력
- 임도망도와 산사태발생이력 데이터를 동일한 공간 좌표계로 정합한다.
- 이를 통해, 임도망도의 시공 전후 일정거리 내의 산사태 발생 이력 건수를 비교한다.

2) 임도 환경 기반 클러스터링

- 데이터셋 : 임도망도, 산림토양도, 임상도, 경사도(임도, 산지), 강수량
- 임도의 환경적 특성(토양, 임상, 경사도, 강수량)에 따라 유사 임도 간 클러스터 형성한다.
- 이를 통해, 클러스터별 대표 토양/임상 유형, 평균 경사도 및 강수량 등 특성 분석한다.

그림 1은 이 클러스터링의 결과를 2차원 공간으로 시각화하여 나타낸 것으로, 각 군집이 가지는 특성 차이를 직관적으로 파악할 수 있도록 클러스터별 대표 속성을 함께 제시하였다.

3) 위험 임도 클러스터 도출

- 각 임도에 대해 산사태 발생 이력을 기반으로 위험도를 산정한다.
- 클러스터 단위로 집계하고 위험 클러스터를 도출하여, 클러스터별 평균 위험 수준을 비교한다.

그림 2는 이 위험도를 지도 상에 시각화 한 그림으로, 클러스터링 기반 위험도 분석 결과를 공간적으로 해석이 가능하게 한다.

=> 3의 결과를 통해 위험 임도 클러스터의 환경적 특성을 분석하고, 안전 클러스터와 비교함으로써 위

험 임도의 보완 및 관리방안을 설득력있게 제시하고자 한다.

4. 팀 소개 (소속, 구성원별 역할)

가. 팀 소개

'초록초록'은 친환경, 건강, 지속가능성을 상징하는 말로, 환경 문제 해결을 위한 데이터 분석 활동을 통해 사회적 가치를 실현하고자 하는 의지를 담고 있다.

데이터 분석에 관심 있는 의생명융합공학부 데이터사이언스 전공 학생들이 함께 모여 실무적인 분석 프로젝트를 수행하고, 실제 공모전 참가를 통해 경험을 쌓고자 '초록초록'을 결성하였다. 특히, 환경데이터 공모전이라는 실전 무대를 목표로 명확한 일정과 결과물을 도출할 수 있도록 구성했다.

나. 구성원별 역할

우지예 - 데이터분석 및 시각화

김수현 - 아이디어 기획

임도향 - 데이터전처리

장다운 - 모델링 및 모델 검증

5. 참여후기

김수현: 처음에는 산불을 주제로 한 데이터 분석 공모전에 참여했지만, 진행 과정에서 임도와 관련된 분석에 집중하게 되었다. 산불 피해를 줄이는 데 있어 임도의 역할이 중요하다는 점을 알게 되었고, 동시에 임도 설치에 대한 우려의 목소리도 있다는 사실을 접했다. 임도가 필요한 지역에 추가 설치하는 것도 중요하지만, 기존 임도에 대한 적절한 관리가 더욱 중요하다는 점을 깨달았다. 이번 과제를 통해 다양한 시각을 받아들였고, 보다 균형 잡힌 접근의 필요성을 느꼈다.

우지예: 사회적 문제를 인식하고 데이터를 여러 방향으로 분석해보는 시간을 가져보면서, 문제를 인식하고 데이터를 분석하는 전과정에서 여러 가지 고려해야할 것이 많다는 것을 실감하게 되었다. 데이터를 분석하는 과정도 쉽지는 않지만 그보다, 주제 선정과 이 주제를 선택해야하는 근거를 찾아보고 실현가능한 목표를 향해 가는 것이 생각보다 복잡하고 어렵다는 것을 알게 되었고, 또한 이를 통해 문제를 다루는 시각이 조금 더 넓어질 수 있었던 것 같다.

임도향: 학교 주변 환경, 수질 환경, 산불 복원, 데이터 센터 입지 등 다양한 주제에서 적합한 데이터가 있는 것을 찾는 것이 상당히 어려웠다. 많은 회의로 하나의 주제로 수렴하는 과정에서 많은 것을 배울 수 있었다.

장다은: 처음 참여하는 공모전으로 걱정과 우려가 많이 있었다. 친구들과 함께 공모전을 준비하며 관련된 전공지식을 활용할 수 있었고, 관심 가지지 않은 환경 분야에 관심을 가지고 찾아볼 수 있었다.

6. 참고문헌 및 출처

[1] 백승안, 조구현, 황진성, 정도현, 박진우, 최병구, & 차두송. (2016). 로지스틱 회귀분석을 이용한 임도붕괴 위험도 평가. 한국산림과학회지 (구 한국임학회지), 105(4), 429-434.

[2] "[단독] 국립공원 "임도는 산사태 주요 요인 중 하나", 산림청은 한사코 외면, MBC뉴스, https://imnews.imbc.com/replay/2025/nwdesk/article/6709090_36799.html, 2025년 04월 22일

[3] "산사태 사각지대' 임도..." 1,900여 가구 위험 노출", YTN 사이언스, <https://science.ytn.co.kr/program/view.php?mcd=0082&key=202411291103498976>, 2024년 11월 29일

[4] "임도 주변 산사태 위험 민가 전국 1925가구..." "임도 관리 부실", 한겨레 뉴스, <https://www.hani.co.kr/arti/area/yeongnam/1169703.html>, 2024년 11월 28일

[5] 경기도산림환경연구소. (2018). 『개정사방기술교본』. https://forest.gg.go.kr/wp-content/uploads/sites/6/2018/11/20181119_sabaing.pdf

