공간정보를 활용한 태양광 유효설치공간 산정 및 경제성 분석 모델

Spatial Data-Based Analysis of Effective Installation Areas and Economic Feasibility for Solar Power Systems

재단법인 숲과나눔
Korea Safety Health Environment Foundation

송다영

본 연구에서는 위성 데이터를 활용하여 태양광 발전의 설치 가능성을 평가하는 프레임워크를 설계하였다.
SegFormer 모델을 이용해 위성영상에서 지붕과 장애물을 탐지하고, 실제 패널 설치가 가능한 유효공간을 산정하였다.
제안된 시스템은 실제 환경 제약을 반영한 분석을 가능하게 하여, 의사결정과 태양광 에너지 보급에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

연구배경

글로벌 에너지 싱크탱크 엠버(Ember)가 발표한『2025 글로벌 전력 리뷰(Global Electricity Review 2025)』에 따르면, 태양광은 단 3년 만에 발전량을 두 배로 늘리며, 2024년 한 해 동안만 474TWh가 증가해 전 세계 신규 전력 수요 중 가장 큰 비중을 차지하였다. 그러나 한국의 경우, 태양광 발전 비중은 여전히 5%에 불과하며, 2021년의 4% 대비 3년 동안 고작 1%포인트 상승하는 데 그쳤다 [1].

태양광 발전 보급 확대가 정체된 주된 이유는 높은 초기 투자비 및 발전 단가, 낮은 에너지 효율성 등이 복합적으로 작용하기 때문이다. 특히 발전 단가가 점차 낮아지고 있음에도 불구하고, 여전히 다른 발전원과의 경쟁력을 확보하기에는 초기 설치비용이 높고, 일사량과 같은 환경적 요인에 따라 발전량이 크게 변동하는 등 발전의 안정성이 낮다는 점이 보급 확대를 제약하는 주요 요인으로 꼽힌다.

연구목적

본 연구의 목적은 태양광 발전의 경제성을 평가할 때 기존 분석 모델이 가지는 한계를 보완하고, 실제 설치 환경을 반영한 현실적인 평가 프레임워크를 제시하는 데 있다. 기존의 투자수익률(ROI) 분석은 주로 이론적 최대 설치용량이나 단순 면적을 기준으로 산정되어, 실제 부지의 물리적 제약이나 환경적 요인을 충분히 고려하지 못하였다.

따라서 본 연구는 위성사진과 GIS 기반의 공간 데이터를 활용하여 실제 패널 설치가 가능한 유효설치공간을 산출하고, 이를 기상 데이터 및 경제성 분석 지표와 결합함으로써 보다 현실적이고 신뢰성 있는 ROI 평가체계를 구축하고자 한다. 이러한 연구는 단순한 발전량 예측을 넘어, 태양광 발전의 투자 타당성과 정책 의사결정 과정에 실질적으로 기여할 수 있는 통합적 분석 모델을 제시한다는 점에서 의의가 있다.

연구방법

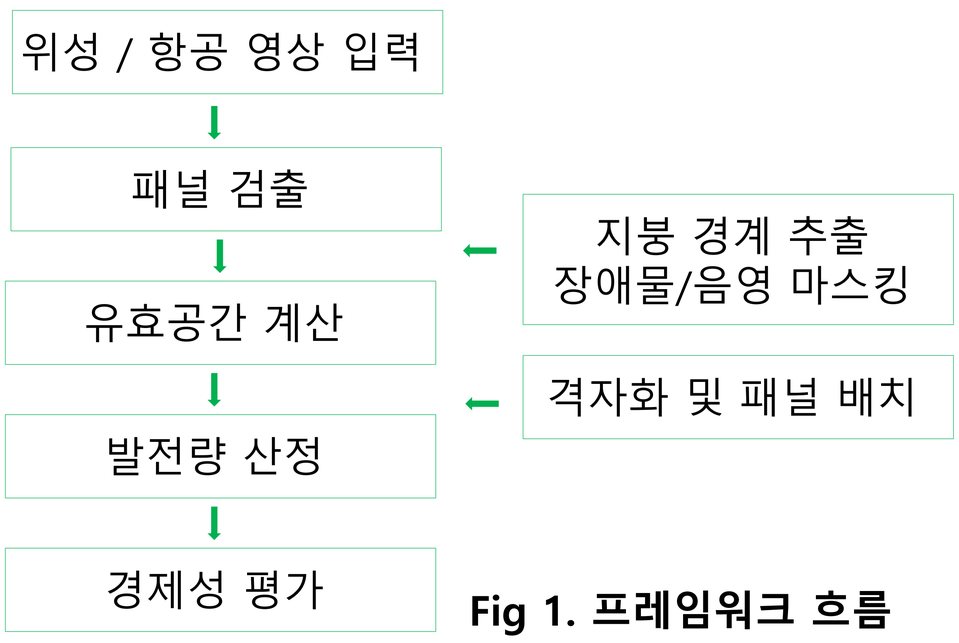


Fig 1. 프레임워크 흐름

▶ 패널 검출

- 데이터: 안산/수원 위성 사진
- 모델: Segformer-B0 (3.7M, 14MB)
- 평가지표: IOU (Intersection over Union)

Data Augmentation

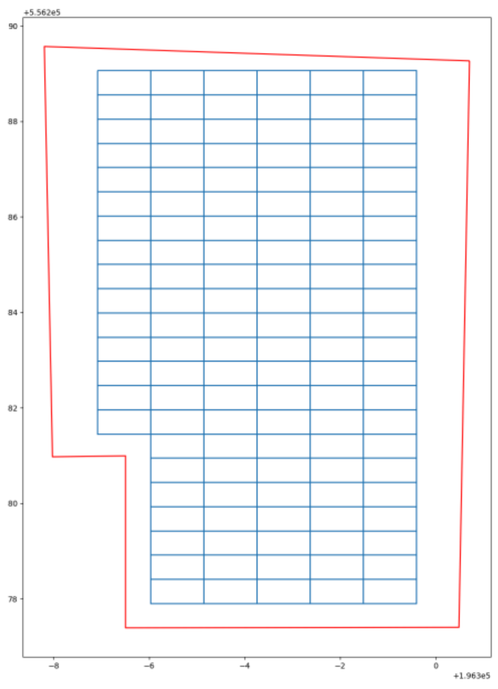
- Mosaic : 1.0, Mixup : 0.2, Copy Paste : 0.1
- ColorJitter -> brightness=0.25,
- contrast=0.25, saturation=0.25, hue=0.1

연구방법



▶ 패널 검출 결과

- Train Dataset : 4000장, Valid Dataset : 1000장
- Augmentation 없이 Train 후 예측한 IOU : 0.73
- Augmentation과 같이 Train 후 예측한 IOU : 0.84



▶ 유효공간 계산

- 지붕 경계를 기반으로 1×0.5m 격자(Grid)를 생성하여 설치 가능한 패널 후보 영역을 도출
- 각 그리드 셀에 대해 Shapely 라이브러리를 활용해 교차연산을 수행하여 실제 설치 가능한 면적을 추출

- 후보 영역별 태양 복사량을 무작위 샘플링하여 발전량을 산정
- gen_kwh(예상 발전량) 기준으로 상위 효율 패널 영역을 자동 선별하여 최적 배치를 도출

향후 연구

▶ 경제성 평가 모듈

향후 연구에서는 본 연구의 공간 데이터 기반 프레임워크를 바탕으로, 실제 투자 의사결정을 지원할 수 있는 기상 데이터 및 경제성 평가 모듈을 통합하고자 한다. 특히 단순 ROI 산정 방식을 넘어, 패널 크기, 수익률, 회수기간 등 다양한 재무 지표를 결합하여 프로젝트의 장기적 수익성을 다각도로 분석할 계획이다. 이를 통해 공간적 제약과 발전량 등의 요인을 반영한 의사결정 지원 모델을 구축할 것이다.

REFERENCES

Xie, E., Wang, W., Yu, Z., Anandkumar, A., Alvarez, J. M., & Luo, P. (2021). SegFormer: Simple and efficient design for semantic segmentation with transformers (arXiv:2105.15203) [Preprint]. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2105.15203.

[1] Ember. (2025, April 8). Global electricity review 2025. https://ember-energy.org/latest-insights/global-electricity-review-2025/.