

Development of Leaf Counting Model for Leafy Vegetables Using Deep Learning  
Object Detection and Segmentation Techniques

정재영<sup>1</sup>, 석승원<sup>1</sup>, 김솔희<sup>1</sup>, 김태곤<sup>1\*</sup>  
Jaeyoung Jung<sup>1</sup>, Seungwon Seok<sup>1</sup>, Solhee Kim<sup>1</sup>, Taegon Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 스마트팜학과

<sup>1</sup>Department of Smart Farm, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

Introduction

- 엽수는 적정 엽수 관리, 식물의 성장 상태 파악, 환경 조건 평가, 수확량 예측 등에 있어 중요한 요소 중 하나임.
- 엽수를 세는 것은 노동 집약적이며, 시간과 비용이 많이 드는 과정임.
- 딥러닝 기반 접근 방식은 더 빠른 속도로 작업을 수행하고 그 규모와 처리량을 크게 높일 수 있음.

본 연구는 이미지 객체 탐지 모델(CLIP)과 분할 모델 (SAM) 을 활용하여 식물의 엽수 계수 모델을 개발하고자 함.

Materials & Methods

이미지 데이터 수집

- 대상 작목: 엽채류
- 데이터 출처: 한국지능정보사회진흥원 AIHub  
지능형 수직농장 통합 데이터
- 데이터 분포: 정식기 10%, 생육기 60%, 수확기 30%
- 데이터 형식: jpg, png
- 이미지 크기: 1024 X 1024



<그림1> AIHub 제공 엽채류 이미지

식물 객체 탐지

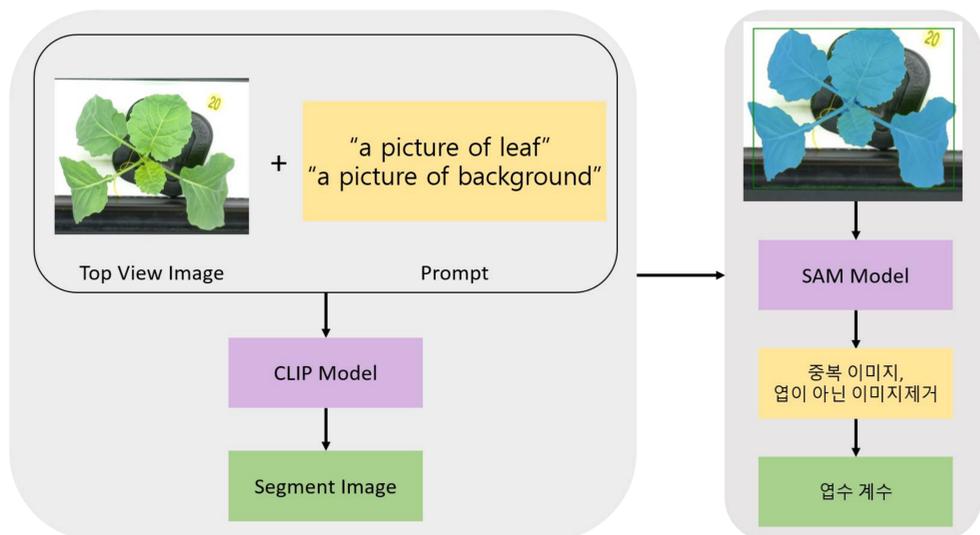
- 이미지 객체 탐지 모델: CLIP(Contrastive Language-Image Pre-Training)
- CLIP model: ViT-B/32
- CLIP prompt: "a picture of leaf", "a picture of background"

엽 분할

- 이미지 분할 모델: SAM(SegmentAnythingModel)
- SAM checkpoint: ViT-H SAM model

엽수 계수 정확도 향상

- 완전한 엽이 아닌 이미지 제거: 분할 이미지의 픽셀 값이 1000 미만인 이미지 제거.
- 중복 이미지 제거: OpenCV의 cv2.matchTemplate 함수를 사용해 두 이미지를 비교하고, 상관계수 매칭의 정규화(cv2.TM\_CCOEFF\_NORMED) 방법을 사용해 유사성 점수 계산함. 이미지 간 유사도가 0 이상인 이미지 중 한 장의 이미지 제거.

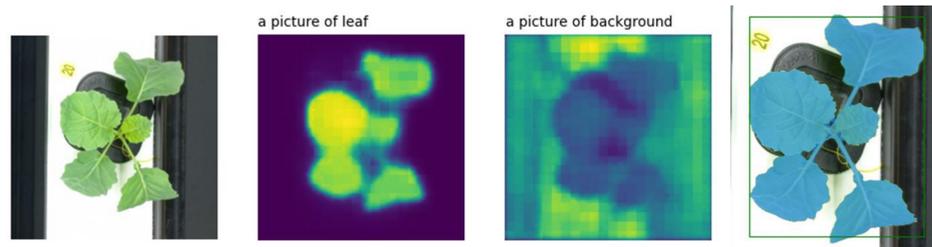


<그림2> 엽수 계수 모델 알고리즘

Result & Discussion

식물 객체 탐지 결과

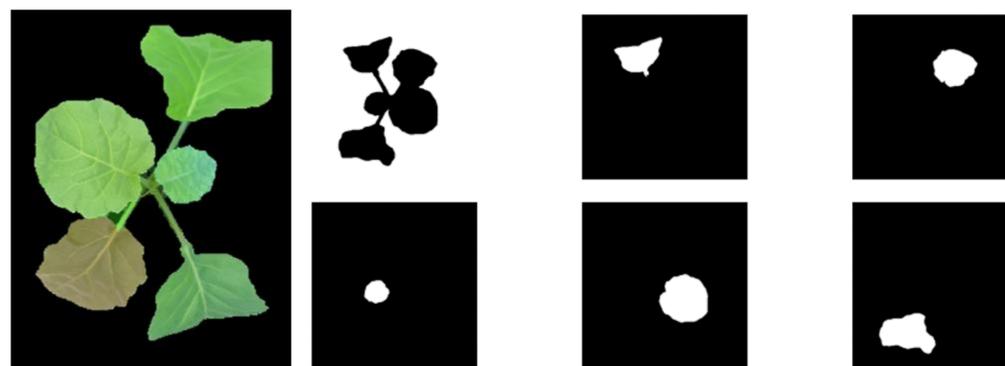
- Prompt에 따라 배경과 식물을 구분하고 식물 이미지만 추출(그림3).



<그림3> CLIP 식물 객체 탐지 결과

엽 분할 결과

- 추출한 식물 이미지로부터 각각의 엽으로 분할.
- 식물 이미지와 완전한 엽이 아닌 이미지, 중복된 이미지 등이 존재함.
- 완전한 엽이 아닌 이미지, 중복되는 엽 이미지를 제거해 엽 계수 결과를 얻음(그림4).



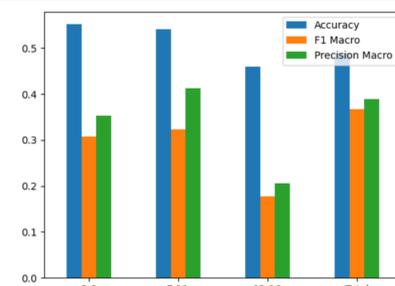
<그림4> SAM 엽 분할 결과

엽수 계수 모델 결과

<표1> 엽수 계수 모델 결과

실제 엽수	Accuracy	Precision	F1 Score
3~6	0.55172	0.35374	0.30682
7~11	0.54167	0.41270	0.32314
12~16	0.45918	0.20605	0.17760
전체	0.49007	0.38872	0.36757

- 식물의 엽수가 적을수록 모델의 성능이 좋으며, 많을수록 성능이 좋지 않음.
- 엽수가 많을수록, 엽 간의 경계를 명확하게 구분하고 각각의 엽 이미지를 얻기 힘들어 모델의 성능이 떨어짐.



<그림5> 엽수 계수 모델 결과

엽수 계수 모델 한계

- 수직 개의 잎이 있는 충분히 성장한 식물을 처리하는 데는 한계가 있음.
- 밀집되어 있는 식물 이미지의 경우 각 식물 간의 경계를 확인하기 어려워 정확한 엽수 계수 결과를 얻을 수 없음.

Conclusion

- 재배 환경의 조명, 식물의 잎 모양 등에 관계 없이 모델을 적용할 수 있음.
- 식물 및 엽 이미지 분할에 대한 정밀한 모델을 통해 딥러닝 기반의 생육조사, 성장 단계 예측 등의 연구를 수행할 수 있을 것으로 기대함.
- 엽수 계수 모델을 통해 인력과 시간을 절약하고, 노동 집약적인 작업의 자동화가 가능할 것으로 기대함.