

U-Net 기반의 식물 영상 분할 기법

이상호* · 김태현 · 김종옥

고려대학교

U-Net Based Plant Image Segmentation

Sang-Ho Lee* · Tae-Hyeon Kim · Jong-Ok Kim

Korea University

E-mail : franky_@korea.ac.kr / 2021020660@korea.ac.kr / jokim@korea.ac.kr

요 약

본 논문에서는 주로 이미지 분할의 목적으로 활용되고 있는 end-to-end 방식의 fully convolutional network 기반의 모델인 U-Net을 사용하여 식물이 포함된 이미지에서 식물과 배경을 분할하는 방법을 제안한다. 네트워크의 훈련을 위해 수동으로 식물을 배경과 분할시킨 이진 영상들을 사용하였다. 다양한 실험을 통하여 U-Net은 식물 영상에서 식물을 정확하게 분할 가능한 것을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a method to segment a plant from a plant image using U-Net. The network is an end-to-end fully convolutional network that is mainly used for image segmentation. When training the network, we used a binary image that is acquired by the manual segmentation of a plant from the background. Experimental results show that the U-Net based segmentation network can extract a plant from a digital image accurately.

키워드

U-Net, Segmentation, Plant, Deep learning

I. 서 론

지속 가능한 농업을 실현하고 농업 수확량을 높이기 위해 식물 표현형은 중요한 과정이다. 그리고 잎의 색과 모양, 식물 높이, 잎 면적 지수 및 성장률은 표현형 분석에 중요한 정보이다. 식물이 포함된 이미지에서 식물의 분할 (Segmentation)을 통해 자동으로 비파괴적인 추출이 가능하다면 표현형 분석이 향상될 수 있다.

분할은 이미지의 표현을 단순화하고 더 의미 있고 분석하기 쉬운 다른 표현으로 변경하는 것을 목표로 한다. 일반적으로 이미지에서 개체와 경계를 찾는 데 사용되고, 보다 정확하게는 동일한 라

벨을 가진 픽셀이 특정 시각적 특성을 공유하도록 이미지의 모든 픽셀에 라벨을 할당하는 과정이다.

최근에는 CNN을 기반으로 단일 객체를 배경으로부터 분할하는 방법들이 활발하게 연구되고 있고, 좋은 성능을 나타내고 있다 [1-4]. 본 논문에서는 수 많은 CNN 기반의 구조들 중에서도 분할 연구에서 성능이 뛰어난 U-net 구조를 이용하여 식물을 배경으로부터 분할하는 방법을 제안한다.

II. 제안 방법

본 논문에서는 end-to-end 방식의 fully convolutional network 기반의 모델인 U-Net을 사용하고 있다. U-Net은 주로 이미지 분할

* speaker

(Image Segmentation)의 목적으로 활용되고 있으며 네트워크가 구성된 형태(U 모양)로 인하여 U-Net이라 이름이 붙여졌다. U-Net은 수축 단계와 팽창 단계로 구성되어있으며, 네트워크의 형태에 걸맞게 대칭 형태로 이루어져 있다. 수축 단계에서는 몇 단계에 걸쳐 3x3 convolution을 2번 반복한 후 pooling layer에 통과시킬 때마다 feature map의 수를 2배, 크기를 절반으로 만드는 과정이 진행된다. 반대로, 팽창 단계에서는 deconvolution을 통과시켜서 feature map의 수를 절반, 크기를 2배로 만든 후에 3x3 convolution을 2번 통과시키는 과정을 수축 단계에서의 과정과 동일한 수만큼 진행하여 출력 영상이 입력 영상과 같은 크기가 되도록 한다.

네트워크의 훈련을 위해 입력 RGB 영상들과 매뉴얼한 방식으로 식물과 배경을 분할한 이진 영상들이 필요하다. 오직 식물과 배경을 분할하기 위한 알고리즘이므로 라벨링은 사용되지 않았으며 네트워크의 출력 영상과 ground truth (GT)와의 손실 함수 계산 값을 낮추는 방향으로 훈련된다. 네트워크 훈련을 위한 손실 함수는 L1 loss를 사용하였다.

III. 실험 결과

제안 기법의 성능을 평가하기 위해 Aberystwyth Dataset[5]과 Komatsuna Dataset[6]에 대해 분할 결과를 비교하였다. 네트워크의 훈련과 테스트에 Aberystwyth Dataset은 각각 1600장, 30장, 그리고 Komatsuna Dataset은 384장, 48장이 사용되었다. 그림 1에서 Aberystwyth Dataset의 분할 결과는 출력 영상과 GT 영상이 매우 흡사한 것을 확인할 수 있다. 그리고 그림 2에서 Komatsuna Dataset의 분할 결과는 출력 영상과 GT 영상이 대체로 비슷하지만 식물 근처 배경의 일부분을 함께 분할하는 결과를 얻을 수 있었으며 영상의 가장 아래 부분의 배경도 분할하는 오류가 발생했다. Aberystwyth Dataset에 비해 적은 훈련 영상을 사용했기 때문에 나타난 결과로 추측된다.

표 1. 제안 기법의 Dataset 별 L1 값 계산

	Aberystwyth Dataset	Komatsuna Dataset
L1	0.0250	0.0379

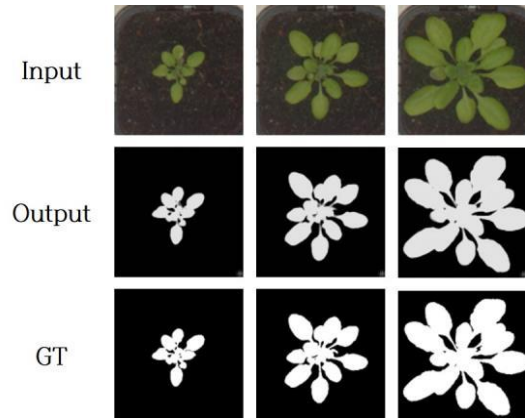


그림 1. Aberystwyth Dataset 실험 결과 영상

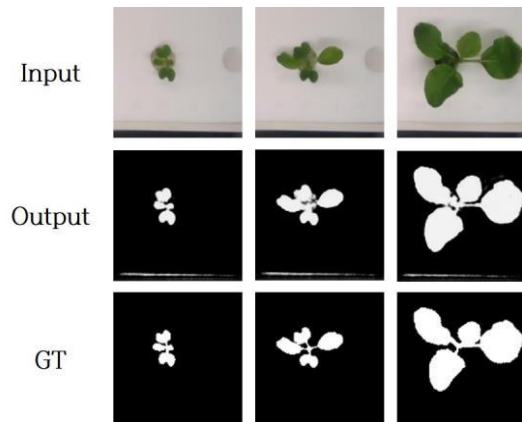


그림 2. Komatsuna Dataset 실험 결과 영상

IV. 결론

본 논문에서는 U-Net을 사용하여 영상에서 식물만 추출할 수 있는 분할 기법을 제안하였다. 실험 결과를 통해 훈련 영상의 수가 증가함에 따라 GT 영상에 가까운 식물 분할 영상을 얻을 수 있음을 확인하였다. 제안 기법을 이용하여 취득한 식물의 이진 영상을 활용하여 추후에는 식물의 시계열 데이터를 활용하여 미래 시점의 생장을 예측하는 기법을 연구할 예정이다.

Acknowledgement

이 논문은 2020년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020R1A4A4079705).

References

- [1] Yang, Kunlong, Weizhen Zhong, and Fengguo Li. "Leaf segmentation and classification with a complicated background using deep learning." *Agronomy* 10.11 (2020): 1721.
- [2] Morris, Daniel. "A pyramid CNN for dense-leaves segmentation." 2018 15th Conference on Computer and Robot Vision (CRV). IEEE, 2018.
- [3] Aich, Shubhra, and Ian Stavness. "Leaf counting with deep convolutional and deconvolutional networks." *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops*. 2017.
- [4] Xu, Lele, et al. "Leaf instance segmentation and counting based on deep object detection and segmentation networks." 2018 Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS). IEEE, 2018.
- [5] Bell, Jonathan, and H. Dee. "Aberystwyth leaf evaluation dataset." URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.168158.17-36> (2016): 2.
- [6] Uchiyama, Hideaki, et al. "An easy-to-setup 3D phenotyping platform for KOMATSUNA dataset." *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops*. 2017.