

# U-Net 세그멘테이션 기법을 이용한 농경지 검출

배나연, 박재우, 최성균, 한동석\*

경북대학교

goskdus1@knu.ac.kr, pjw2407@mobilus.co.kr, skchoi@mobilus.co.kr, \*dshan@knu.ac.kr

## Agricultural Land Detection using U-Net Segmentation Technique

Na Yeon Bae, Jae woo Park, Sung Kyun Choi, Dong Seog Han\*

Kyungpook National University, Mobilus

### 요 약

스마트 농업은 ICT와 자율 주행 기술을 활용해 농업의 효율성을 높이고 기후 변화와 고령화 문제를 해결할 수 있다. 본 논문은 자율주행 트랙터를 위한 경작지와 경작지 모서리 인식을 목표로, 드론으로 촬영한 이미지를 활용하고 U-Net 모델을 사용하여 이미지 분할을 수행한다. 드론으로 촬영한 966개의 이미지 데이터 셋을 구축하여 사용하였다. 모델의 성능은 mIOU 78%, 정확도 92% 결과를 보여주었고 경작지와 경작지 모서리 그리고 도로를 세그멘테이션 기법을 이용하여서 이미지 분할 한다.

### I. 서 론

스마트 농업은 정보통신기술(ICT)을 접목하여 농업의 전 과정에 걸쳐 생태계를 구축하는 기술로, 기후 변화, 고령화 등으로 어려움을 겪는 농업에 자동차 기술을 도입하여 생산성을 높이고 작업을 편리하게 한다[1]. 특히 자율 주행 기술은 트랙터와 이앙기의 모내기 수확 작업에 활용될 수 있다. 정부에서는 자율주행 기술의 단계와 같은 농업 자율 주행 기술의 단계 만들었다. 농업 자율 주행 기술의 단계는 총 4단계로 구성된다. 단계 0 원격 제어, 단계 1 자동 조향, 단계 2 자율 주행, 단계 3 자율 작업, 단계 4 무인 자율 작업으로 나뉜다[3]. 현재 자율주행 농업 기계의 기술은 3단계까지 개발되었다.

농업 자율주행을 위해 농경지 환경의 이미지 세분화가 필요하다. 농경지 환경의 세분화를 위해 이미지 분할 세그멘테이션 네트워크를 이용할 수 있는데 U-Net[4], DeepLabV3[5], PSPNet[6]과 같은 세그멘테이션 모델을 사용할 수 있다.

본 논문에서는 드론으로 촬영한 이미지를 이용하며, 경작지와 경작지 모서리 등을 세그멘테이션을 위한 U-Net 모델을 사용하여 경작지 환경을 인식한다. 또한 자율주행 트랙터를 위한 환경 인식 및 농경지 검출 이미지를 생성하는 것을 목표로 한다.

### II. 본론

학습에서 사용한 데이터 셋은 드론으로 경작지 및 경작지 모서리, 도로를 촬영한 데이터를 사용한다. 이 데이터 셋은 원본 이미지 그림 1 (a)와 세그멘테이션 마스크 이미지인 그림1 (b)로 구성되어 있다. 데이터 셋의 클래스는 경작지, 경작지 모서리, 도로, 배경 4가지로 구성되어 있다. 총 이미지의 개수는 966개이며, 이중 학습:검증:테스트를 772:97:97로 구성한다. 원본 이미지의 크기는 3840×2160 크기의 이미지를 사용하고 훈련 중 이미지의 크기를 256×256으로 줄여 학습시킨다.

논문에서는 U-Net을 이용하여 경작지와 경작지 모서리의 이미지 분할을 한다. U-Net은 인코더-디코더(encoder-decoder)로 구성된 자동 인코더(auto encoder) 모델이다. 모델의 구조는 그림 2와 같다.

학습에서 사용한 하이퍼 매개변수는 에포크(epoch) 60, 학습률(learning rate) 0.01 배치 크기(batch size) 4이다. 손실함수는 초점 손실(focal loss)[7]에 (focal loss) 0.5, 옵티마이저로 아담(Adam)을 사용하였다.



그림 1 드론으로 촬영한 데이터 셋 (a)원본 이미지 (b)마스크 이미지

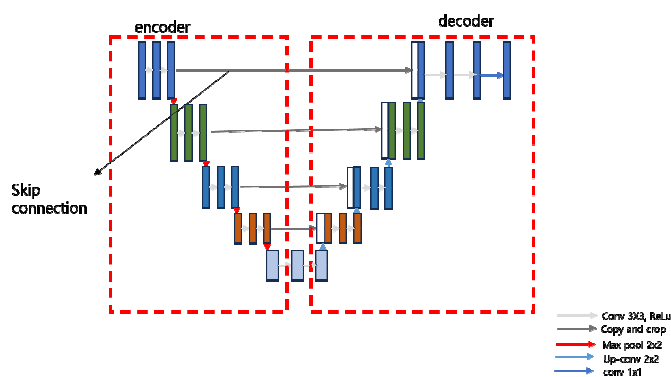


그림 2 U-Net 구조

모델은 파이토치(pytorch) 프레임워크를 사용하여 구현하였고, NVIDIA GeForce RTX 4080 GPU(메모리 16GB)에서 훈련 및 테스트를 진행하였다.

그림 3은 실제 (a)원본 이미지와 (b)마스크 이미지 그리고 U-Net을 사용하여서 (c)이미지 세그멘테이션 분할을 한 결과이다. 경작지와 경작지 모서리 그리고 도로의 영역별로 분할이 가능한 것을 확인하였다. 반면에 경

작지 중간에 있는 경작지 모서리의 경우 특징이 잘 잡히지 않는 문제가 있다. 이는 데이터 셋 상에서 경작지 사이의 모서리 부분이 많이 포함되지 않고 경작지와 경작지 모서리의 크게 확률이 차이가 나지 않아 나누기 힘든 부분이 많다. 하지만 도로와 경작지 사이에 있는 경작지 모서리 부분은 효과적인 분할이 가능하였다.

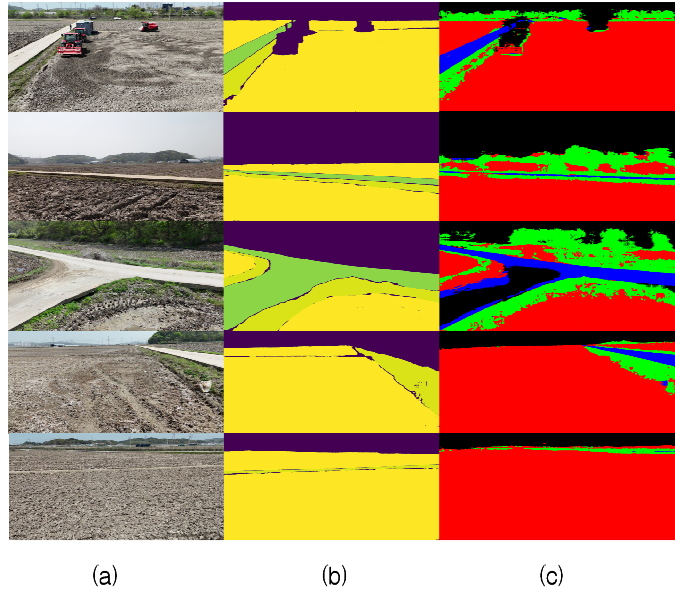


그림 3 경작지 및 경작지 모서리 세그멘테이션 결과 (a) 원본 이미지 (b) 마스크 이미지 (c) 세그멘테이션 결과

표 1에서는 세그멘테이션 성능지표를 사용하여 성능을 측정하였다. 성능 분석을 하기 위해서 세그멘테이션의 성능을 측정하기 위한 mIOU(mean intersection over union)과 픽셀 정확도(pixel accuracy) 그리고 추론시간을 사용하였다. mIOU 결과가 세그멘테이션 이미지 결과보다 조금 낮게 나왔다고 생각되는데 배경 부분에 세그멘테이션 라벨링을 하지 않은 부분으로 인하여 생긴 문제로 낮게 나왔다고 생각한다. 또한 추론시간은 0.04 초으로 빠른 세그멘테이션 속도를 보여주었다.

표 1. 성능분석 결과

| Model | mIOU(%) | Accuracy(%) | Inference time |
|-------|---------|-------------|----------------|
| Unet  | 78%     | 92%         | 0.04sec        |

표 2에서는 학습과 테스트 상태의 GPU 메모리 사용량을 측정하였다. GPU 메모리는 학습 중의 캐시 메모리를 제외하곤 메모리 사용에 큰 부담을 주지 않으며 메모리 사용량을 적은 것을 알 수 있다.

표 2. GPU 메모리 사용량 결과

| Model | 학습 중  |        | 테스트 중  |        |
|-------|-------|--------|--------|--------|
|       | 할당    | 캐시     | 할당     | 캐시     |
| Unet  | 0.5GB | 3.56GB | 0.12GB | 0.26GB |

### III. 결론

본 논문에서는 경작지와 경작지 모서리를 이미지 검출하기 위해서 U-Net기반의 세그멘테이션 모델을 사용하였다. 경작지 및 경작지 모서리 이미지 분할을 하기 위한 데이터 셋을 구축하였으며 U-Net을 사용하여 경작지와 모서리 등의 각 영역으로 분할하였다. 세그멘테이션 결과는 대부분 영역을 구분할 수 있는 것을 알 수 있다.

연구 결과를 바탕으로 경작지 이미지 분할을 위한 방법으로 U-Net 세그

멘테이션 기법이 적합한 방식을 시사한다. 향후 연구에서는 임베디드 내에서 사용할 수 있는 모델과 실시간성을 가지고 있는 모델의 개발이 필요하다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2024년 경북대학교에서 진행하는 모비루스(본교관리번호:202416240000) 과제와 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2021R1A6A1A03043144)의 연구 결과로 수행되었음

### 참 고 문 헌

- [1] Patel, H., & Shrimali, B. AgriOnBlock: Secured data harvesting for agriculture sector using blockchain technology. *ICT Express*, 9(2), 150-159. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.icte.2021.07.003>
- [2] Soong-Hee Lee (2015). A Scenario-based Approach in Smart Agriculture Services. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 19(7), 1705-1710.
- [3] El Mane, Adil, Khalid Tatane, and Younes Chihab. "Transforming agricultural supply chains: Leveraging blockchain-enabled java smart contracts and IoT integration." *ICT Express*. 10(3). 650-672. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.icte.2024.03.007>
- [4] Ronneberger, Olaf, Philipp Fischer, and Thomas Brox. "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation." *Medical image computing and computer-assisted intervention - MICCAI 2015: 18th international conference, Munich, Germany, October 5-9, 2015*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28)
- [5] Chen, L. C., Zhu, Y., Papandreou, G., Schroff, F., & Adam, H. Encoder-decoder with atrous separable convolution for semantic image segmentation. In *Proceedings of the European conference on computer vision* (pp. 801-818). 2018
- [6] Zhao, H., Shi, J., Qi, X., Wang, X., & Jia, J. Pyramid scene parsing network. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 2881-2890). 2017. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.660>
- [7] Lin, Tsung-Yi, et al. "Focal loss for dense object detection." *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*. 2017.