

# 시멘틱 세그멘테이션을 활용한 농지 환경인식 방법 연구

김동훈\*, 기미레 디팍\*, 조연호\*, 김서정\*, 정성환\*, 김병준\*  
\*한국전자기술연구원

clickmiss123@keti.re.kr, deepak@keti.re.kr, geijin0821@keti.re.kr,  
scott3554@keti.re.kr, shjeong@keti.re.kr, jun0420@keti.re.kr

## A Study on Farmland Environment Perception Methods Using Semantic Segmentation

Donghoon Kim\*, Ghimire Deepak\*, Yeonho Jo\*, Seojeong Kim\*,  
Sunghwan Jeong\*, Byoungjun Kim\*  
\*Korea Electronics Technology Institute

### 요약

최근 정밀농업 기술의 가속화에 따라 ICT 기술을 농기계에 융복합하여 자율주행 및 환경 인식, 안전 감지 등 다양한 연구가 진행되었지만, 농지는 다양한 환경을 포함한 장소에 비균일성과 형태 및 모양이 상이하여 주행 가능한 영역에 대한 오판단으로 인한 문제점이 존재한다. 본 연구에서는 트랙터에 설치된 센서를 통해 획득한 농지 촬영 영상을 기반으로 딥러닝을 활용한 농지 환경 인식에 대한 연구를 진행하였다.

### 1. 서론

### 2. 제안방법

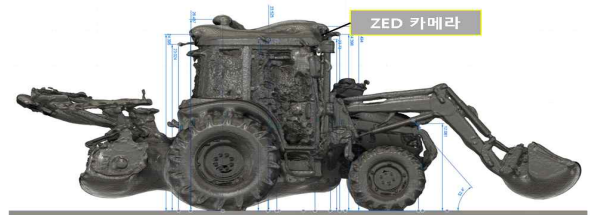
정밀농업 기술의 가속화에 따라 작물 병해충 예찰, 생육정보 분석 등 다양한 연구가 진행되었으며, ICT 기술의 융합을 통해 트랙터, 콤팩트 등과 같은 다양한 농기계의 자율주행 및 자율작업 등과 같은 연구를 통해 농업 고령화 문제 해결과 식량 생산 및 확보, 농작업의 효율성을 증가할 수 있는 미래산업으로 농업의 중요성은 점차 커지고 있다.

일반적인 농기계의 비전 센서, 라이다, 레이더, 스테레오 카메라 등 다양한 센서를 부착하여 수집된 데이터를 융합하여 농지 내 환경 인식뿐만 아니라 실시간 장애물 인식을 수행하였다[1]. 농지 환경 인식에 대해 적외선 스테레오 비전 센서를 활용하여 거리값을 추정 후 RGB 영상에 맵핑 후 윤곽선을 추출하는 방법 [2], 2D 및 3D 라이다를 활용하여 농지 환경 내 장애물 감지 및 분류하는 방법[3], 3D 라이다를 활용하여 2D 그리드 맵을 생성 후 군집화(Clustering)를 통한 농지 환경 인식 방법[3] 등 다양한 센서 융합 방법을 활용한 연구들이 진행되었지만, 고가의 센서 사용의 어려움과 농지 환경은 비구조화된 환경으로 인해 농지 환경 인식 능력은 제한적이다. 농지는 다양한 환경을 포함한 장소에 존재하며, 노면이 거칠고, 논둑, 두둑, 그리고 고랑 등 특수 지형이 포함된다.

본 연구에서는 농기계 중 트랙터에 설치한 스테레오 카메라를 활용하여 획득한 농지 영상에 대해 시멘틱 세그멘테이션 딥러닝 모델을 활용하여 농지 인식에 대한 연구를 수행하였다.

#### 2.1 트랙터 스테레오 카메라 설치 및 데이터 수집

본 연구에서 농지 환경에 대한 데이터를 수집하기 위해 농기계 중 트랙터 기반 ZED 2i 스테레오 카메라를 선정하여 아래 그림 1과 같이 환경을 구성하였다.



[그림 1] 트랙터 농지 환경 데이터 수집 위한 환경 구성

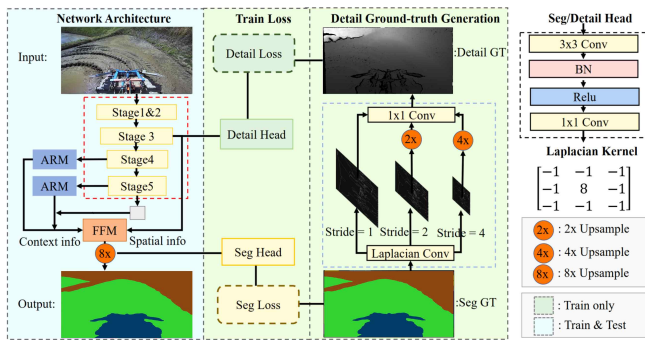
그림 1과 같이 구성한 트랙터 농지 환경 데이터 수집 위한 환경에 다양한 환경을 포함한 실제 농지에 트랙터를 주행하면서 농지 환경에 데이터를 수집하였고, 수집한 결과는 그림2와 같이 나타난다.



[그림 2] 트랙터 농지 환경 데이터 수집과정

## 2.2 시멘틱 세그멘테이션을 활용한 농지 환경인식

본 연구에서는 다양한 농지환경 인식에 따른 공간 특징 정보 손실 최소화와 사전학습 결과의 백본 네트워크 활용, 그리고 실시간 농지환경 인식 성능 제공을 위해 STDC(Short-Term Dense Concatenate Network)[4] 시멘틱 세그멘테이션 모델을 활용하였다. STDC 시멘틱 세그멘테이션 모델은 인코더 부분에서 특징 맵 차원을 점진적으로 줄이고, 디코더에서 단일 스트림 방식으로 저수준 계층으로 통합하여 세부 특징 정보 통합 용합을 통해 영역을 추정하고 분할하는 방법을 가지고 있다. 아래 그림 3은 STDC 모델 기반 농지 환경 인식에 대한 구조를 보여준다.



[그림 3] STDC 모델 기반 농지 환경 인식 구조

그림 1과 같이 구성한 스테레오 카메라가 설치된 트랙터를 그림 2와 같이 농지에서 주행을 통해 가로 1024, 세로 512 크기의 RGB-D 데이터를 총 125장을 수집하여, 농지, 논둑, 트랙터, 사람, 고랑 등 영역으로 레이블링 수행 후 학습 80%, 평가 20% 데이터로 구성하였다. 학습 시 데이터의 수의 부족으로 인해 ImageNet[5] 공개데이터로 사전 학습한 결과를 활용하였고, 랜덤 스케일(random scale)[-0.5, 1.0], 밝기(brightness) 0.5, 조도(contrast) 0.5, 채도(saturation) 0.5, 수직/수평 대칭(flip) 등과 같은 데이터 증강 방법 적용과 epoch 200, learning rate 0.01, batch size 8, weight decay 0.0004로 구성하여 AMD Ryzen Threadripper 3.90GHz, 512 RAM, Geforce RTX 4090 4대이며, python 3.7.7, opencv 4.7.0, 그리고 pytorch 1.8.1을 포함한 윈도우 10 환경에서 학습 및 평가를 진행하였다.

학습에 사용되지 않은 평가 데이터를 활용하여 RGB 영상 및 RGB-D 영상 데이터에 대한 성능을 mIoU(mean Intersection over Union) 평가 방법을 활용하여 평가를 수행하였다.

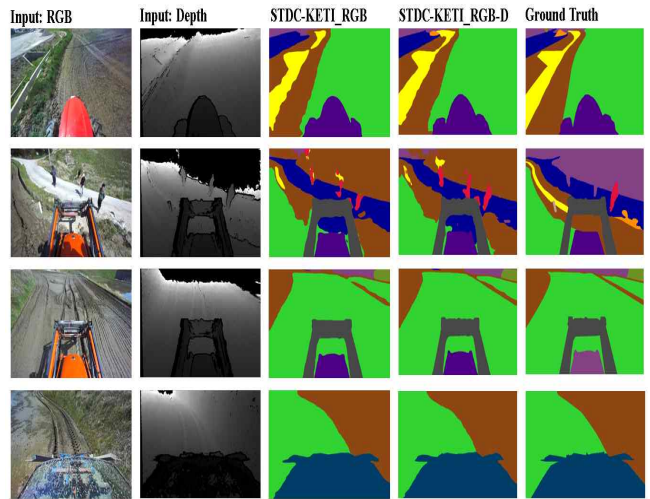
$$mIoU = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{TP_i}{TP_i + FP_i + FN_i}$$

RGB 및 RGB-D 영상을 입력으로 한 평가 결과 mIoU는 0.5335과 0.5767 성능을 도출한 것을 확인하였다. 아래 표1은 RGB 및 RGB-D 영상에 대한 mIoU 성능 결과를 나타내며, 그림

4는 비교 결과를 보여준다.

[표 1] 제안한 방법에 따른 RGB 및 RGB-D영상 mIoU 성능 비교결과

레이블	RGB 영상	RGB-D 영상
논둑	0.7884	0.8038
농경지	0.9477	0.9531
사람	0.291	0.3032
트랙터	0.8202	0.8365
도로	0.7393	0.7311
농수로	0.5044	0.5217
흙더미	0	0.1741
바위	0.1771	0.2907
mIoU	0.5335	0.5767



[그림 4] 제안한 방법에 대한 농지 환경인식 비교 결과

## 3. 결론

본 연구에서는 고가의 센서를 통해 농지 환경 분석에 대한 문제점을 해결하기 위해 스테레오 카메라를 활용한 농지 환경 촬영 영상을 기반으로 시멘틱 세그멘테이션 모델을 활용한 농지 환경 인식에 대한 연구를 수행하였다. 향후 농지 환경 인식의 성능을 개선하기 위해 다중 센서 융합 방법과 자율주행에 관한 연구를 수행할 예정이다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 노지스마트농업 활용모델 개발사업의 지원을 받아 연구되었음(RS-2025-02220331)

### 참고문헌

- [1] 송승우, 박승진, "무인 트랙터를 위한 농업 환경 내 3D 라이더 기반 실시간 장애물 인식 기술 개발", 한국산학기술학회 논문지, 제 26권 3호, pp. 32-45, 2025년.
- [2] F. Yu, X. Liu, Y. Zhuang, G. Liao, Q. Fu, "ObstacleDetection for Agricultural Machinery

- Vehicle", AICS2019: 2019 International Conference on ArtificialIntelligence and Computer Science, pp.126–131, July,2019.
- [3] W. Jiang, W. Chen, C. Song, Y. Yan, Y. Zhang, S.Wang, "Obstacle detection and tracking for intelligentagricultural machiner", Computers and ElectricalEngineering, Vol.108, No.108670, May, 2024.
- [4] Fan, Mingyuan, et al. "Rethinking bisenet for real-time semantic segmentation." Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. 2021.
- [5] Krizhevsky, Alex, Ilya Sutskever, and Geoffrey E. Hinton. "Imagenet classification with deep convolutional neural networks." Advances in neural information processing systems 25 (2012).