

지능형 복합환경제어기 기반 토마토 병해 영상 분류시스템 설계

김태현, 이재수, 백정현, 최인찬, 곽강수, 김준용*

농촌진흥청 국립농업과학원, 서울대학교*

thkim8205@korea.kr, butiman@korea.kr, butterfly@korea.kr, inchchoi@korea.kr, kskwak@korea.kr, tombrad@snu.ac.kr*

A Design of Tomato Disease Classification Based on Artificial Intelligence Multiplex Environmental Control System

Taehyun Kim, Jaesu Lee, Jeonghyun Baek, Inchan Choi, Kangsu Kwak, Junyong Kim*

National Institute of Agricultural Sciences, *Seoul National Univ.

요 약

본 논문은 표준 기반의 인공지능 복합환경제어 시스템을 이용해 작물 병해영상을 자동 취득하고 환경 정보에 맞게 병해 영상 정보를 증강하여 딥러닝 모델을 활용해 분류 및 피드백하는 시스템을 설계하였다. 제안하는 방법은 온실 내 산관광을 측정해 광량에 따라 영상에 발생할 수 있는 손실을 보정한 데이터를 증강 시키고 모델을 통해 분류한 뒤 정확도 결과 값을 비교함으로써 정확도가 높은 쪽으로 손실 보정이 가능하도록 피드백 하는 시스템을 설계하였다.

I. 서론

최근 인공지능 모델의 발전에 힘입어 온실 내의 작물의 생체정보와 환경 정보를 융합하여 병해 진단과 작물 관리에 적용하여 온실 운영 및 작물 생산의 효율성 증대와 관련한 연구가 많이 진행되고 있다. 이 중 온실 내의 작물 생산 관련 농업 분야의 경우 질병 검출 및 분류^[1], 최적 환경 조건을 찾아내는 작물의 표현체 분석^[2], 재배 현황 분석을 위한 환경 정보 메타데이터 생성^[3] 등을 머신러닝 기법을 이용하여 수행함으로써 실시간으로 환경과 작물의 상호작용을 통한 피드백과 보상 관계 등을 통해 생산력과 이윤의 증대를 추구하고 있다. 병해에 의한 농작물 피해를 최소화하기 위한 작업의 자동화를 위해서는 작물 영상 및 환경 정보를 자동으로 취득하는 시스템과 분류 작업을 수행할 수 있는 진단 모델이 있어야 한다. 현재 영상 분류 작업에는 CNN(Convolution Neural Network)^[4] 모델이 좋은 성능을 나타내어 널리 사용되고 있다. 작물의 질병을 분류하는 문제를 사람이 파악하여 해결한다고 가정했을 때, 질병의 병징이 나타난 위치 정보와 더불어 해당 병징이 나타난 환경 정보를 활용하는 것이 좀 더 명확하게 분류하는데 도움이 될 수 있다. 예를 들어 영상의 경우 CNN 분석을 할 경우 GAP(Global Average Pooling)을 수행함으로써 특징 맵의 평균값을 구하는데 이 경우 공간 정보의 평균값을 사용하기 때문에 원본(RAW) 영상의 병징의 경계가 얼마나 명확하게 구분 되느냐에 따라 병징의 검출 성능을 많이 좌우하게 된다^[5]. 이를 위해 애초에 학습시킬 때 되도록 해당 병징의 많은 원본(RAW) 영상을 확보하려고 하고 이를 학습하는 모델이 다양한 학습을 할 수 있도록 데이터 증강을 통해 모델의 검출 및 분류 정확도를 높이려고 하지만 실증을 해보면 모델을 학습시킨 사진의 온실 환경과 그 외의 온실의 환경에 따라 같은 병해라도 검출 정확도에는 많은 차이가 나타나는 것이 사실이다. 본 논문에서는 이러한 부분에 착안하여 환경에 따른 영상 차이를 극복하기 위한 방안으로 이동식 영상 장치를 통해 일정시간마다 실시간으로 취득한 영상데이터와 연동되는 인공지능 기반의 복합환경제어시스템을 이용해 작물의 영상을 실시간으로 변형, 증강 및 결과 피드백을 통해 작물의 병해 영상 분류 정확도를 높이는 시스템을 설계하였다.

II. 본론

본 논문에서는 병해 데이터를 수집할 때 온실 정보를 함께 수집하여 온실 정보를 토대로 영상의 병해 데이터를 변형, 증강시켜 분류하는 시스템을 고안하였다. 제안된 설계안은 병해 영상 자동 취득 장치와 연동되는 인공지능 모델이 탑재된 표준 기반의 복합환경제어 시스템을 활용하여 실시간으로 영상과 환경 데이터를 취득하여 분석하는 시스템이며, 이를 위해 Faster RCNN 기반 병해 영상 분류기와 작물 영상 취득 장치, 아두이노 기반의 레퍼런스 보드를 활용하여 센서노드와 인공지능 기반 복합환경제어시스템을 올린 시범장치를 구성하였다. 영상장치는 농촌진흥청 스마트팜개발과에서 개발된 작물 영상 취득 장치를 활용하였다.

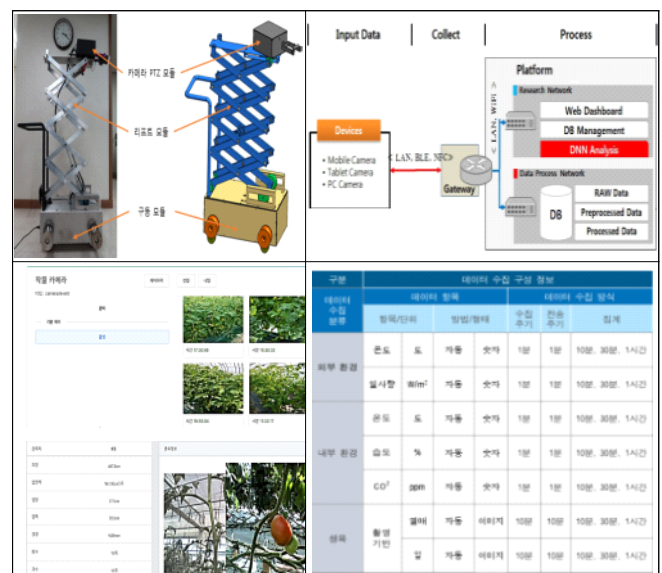


그림 1. 영상 취득 장치 및 데이터 수집 설계

본 연구에서 사용된 모델의 기본 딥러닝 구조는 VGG-16 feature extractor의 Faster R-CNN 구조를 사용한다. 이 Faster R-CNN은 CNN

backbone, ROI pooling layer 및 fully connected layer로 구성되며, 분류 및 바운딩 박스 regression을 위한 두 개의 브랜치가 있다. Region Proposal Network(RPN)는 backbone convolution neural network에 이미지가 입력되어 실행되며, CNN backbone에서 출력되는 feature map의 모든 지점에 대해 네트워크는 해당 위치의 입력 이미지에 개체가 있는지를 학습하고 크기를 추정해야 한다. RPN의 바운딩 박스 제안은 backbone feature map에서 ROI 풀링 계층에 의해 feature를 pooling하는 데 사용되며, ROI 풀링 레이어는 기본적으로 a) backbone feature map의 제안에 해당하는 영역을 선택하고, b) 이 해당 영역을 고정된 수의 하위 window로 나누기, c) 고정된 크기 출력을 제공하기 위해 하위 window를 통해 max pooling을 수행한다. 현재 구현된 모델은 토마토 병해에 대해 껍질병, 잎곰팡이, 잿빛곰팡이, 흰가루병, 황화잎말림바이러스에 대해 검출이 가능하다^[6].

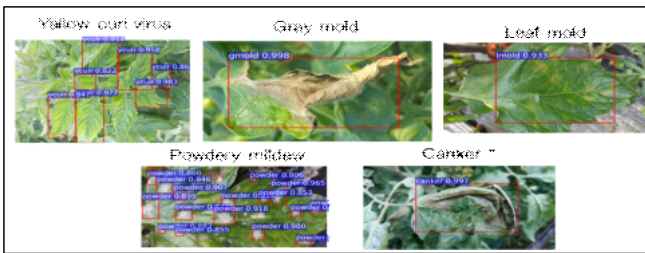


그림 2. 토마토 병해 진단 모델

해당 연구에서는 병해 영상 장치를 인식 하기 위해 표준 기반 복합 환경제어시스템에 현행 인공지능 모델을 탑재해서 온실 환경 정보와 병해영상 데이터를 처리하여 데이터 변형, 증강 및 피드백을 통해 미검출 데이터 검출 및 병해 진단 분류 정확도를 향상시킬 수 있는 시스템을 고안하였다. 본 연구 설계에서 고려된 복합환경제어시스템은 장치 간 호환을 위한 KS X 3267과 TTA.KO-10.1172를 준수하는 표준 기반 인터페이스를 채택해 영상 장치를 PnP 방식으로 인식하고 python 코드로 구현된 CNN 모델을 탑재하여 환경 수집 및 영상 분석이 가능한 오픈 소스 기반 시스템으로 아두이노 환경에 4채널 릴레이 모듈과 센서노드를 탑재하였다.

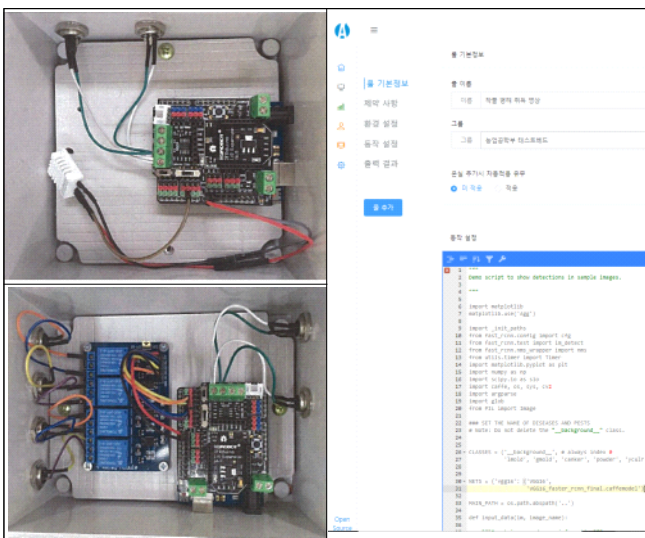


그림 3. 영상분석장치

상기 장치를 이용해 취득한 영상을 보정하기 위한 광 데이터는 일사량 (W/m^2) 기준으로 측정하였으며, 날씨에 따른 광환경 분석을 위해 일사량 추정식^[6]을 활용하였다. 영상 데이터는 기본적으로 RAW를 기준으로 분석 후 10초 이내로 검출이 안될 경우 또는 검출 결과 피드백에서 유사도가 50%

이하로 나타날 경우 광 환경에 따른 일사량 추정식을 토대로 3단계(청천공, 부분 담천공, 담천공) 영상 밝기 조절 및 90, 180, 270도 회전, 상하, 좌우 반전 등 영상 당 최대 8개의 증강 데이터를 활용해 검출 또는 피드백 데이터를 기준으로 10% 이상 유사도 향상이 있는지를 검증할 수 있도록 설계하였다.

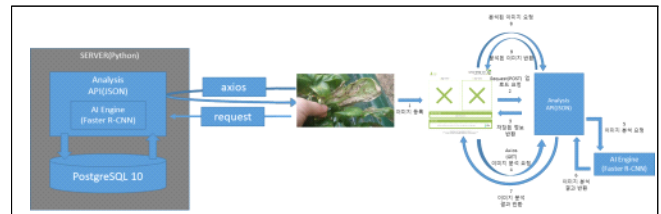


그림 4. 병해진단 검증 설계

III. 결론

본 논문에서는 이동식 영상 장치를 이용하여 영상을 취득하고 영상과 환경정보를 복합적으로 처리 가능한 레퍼런스 센서노드를 포함한 복합환경 제어시스템을 구성하고 제어시스템 내에 인공지능 분류 모델을 통해 실시간으로 환경 변화에 맞게 증강된 영상 데이터를 분류하고 피드백 함으로써 광 환경에 따른 영상 손실로 인해 병해가 미분류 되는 것을 방지하기 위한 시스템을 설계했다. 제안된 설계안은 병해 영상 자동 취득 장치와 연동되는 인공지능 모델이 탑재된 표준 기반의 복합환경제어 시스템을 활용하여 실시간으로 영상과 환경 데이터를 취득하여 분석하는 시스템을 구성하였다. 향후 연구에서는 병해 분류 및 예측까지 수행할 수 있도록 습도 등의 환경 정보와 병의 징후에 대한 문헌 정보까지 포함하여 분석할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 1세대 스마트팜 산업화 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (과제번호320085-01)

참 고 문 헌

- [1] A. F. Fuentes, S. Yoon, J. Lee, and D. S. Park, "High-performance deep neural network based tomato plant diseases and pests diagnosis system with refinement filter bank," *Frontiers in Plant Sci.*, vol. 9, Aug. 2018.
- [2] F. Fiorani and U. Schurr, "Future scenarios for plant phenotyping," *Annu. Rev. Plant Biology*, vol. 64, pp. 267-291, Apr. 2013.
- [3] P. L. Suarez, A. D. Sappa, and B. X. Vintimilla, "Learning image vegetation index through a conditional generative adversarial network," 2017 IEEE ETCM, pp. 1-6, Oct. 2017.
- [4] C. Szegedy, et al., "Inception-v4, inceptionresnet and the impact of residual connections on learning," *Thirty-first AAAI Conf. Artificial Intell.*, pp. 4278-4284, San Francisco, USA, Feb. 2017.
- [5] M. Lin, Q. Chen, and S. Yan, "Network in network," *arXiv preprint arXiv:1312.4400*, 2013.
- [6] 이준환, 김태현, 박종환, 이준용, "토마토 병해진단 웹 UI 고도화 및 전문가활용시스템 구축에 관한 연구," *농업기술기회평가원 1세대 스마트 플랜트팜 고도화 및 실증 과제 완결보고서*, 2020.07.
- [7] 장성택, 장성주, "자연광 다층 작물재배를 위한 광선반 시스템에 관한 연구," *Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment v.13 no.2*, pp.61-66, 2013.