

# 스마트팜 시설 환경정보 시각화를 통한 이상징후 진단 방법 연구

명현정\*, 임광진\*, 이광형\*, 기미레 디팍\*, 김서정\*, 김병준\*, 정성환\*  
\*한국전자기술연구원

mhj0501@keti.re.kr, kjlim@keti.re.kr, lightbro@keti.re.kr deepak@keti.re.kr,  
scott3554@keti.re.kr, jun0420@keti.re.kr, shjeong@keti.re.kr

## A Study on Anomaly Detection Method through Visualization of Environmental Information in Smart Farm Facilities

Hyunjung Myung\*, Kwangjin Lim\*, Gwanghyeong Lee\*, Ghimire Deepak\*,  
Seojeong Kim\*, Byoungjun Kim\*, Sunghwan Jeong\*  
\*Korea Electronics Technology Institute

### 요약

최근 스마트팜 및 정밀농업 기술의 가속화에 따라 농업에서는 ICT 기술을 활용한 작물 생육, 수확량 예측, 환경 제어 등 다양한 연구가 진행되었지만, 시설 내 다양한 장소의 환경이 비균일성을 나타내거나, 센서의 오동작으로 인해 작물 생육 저하 및 손실 되는 문제를 해결하기 위해 이상징후 진단 기술이 요구된다. 본 연구에서는 스마트팜 시설 내 설치된 다양한 환경정보 센서 중 온도 및 습도 데이터를 기반으로 시각화를 통하여 작물 생육 환경의 이상징후 진단 방법에 대한 연구를 진행하였다.

### 1. 서론

농업은 인류가 가장 먼저 시작한 원시산업으로 여러 산업 중 가장 오랜 역사를 가지며 인류의 발달과 함께 성장하면서 첨단산업과 먼 1차 산업이자 사양산업으로 인식되었지만, 농업을 통해 식량 생산 및 확보, 안보를 굳건히 할 수 있는 미래 기간산업으로 농업의 중요성은 점차 커지고 있다[1].

스마트팜 및 정밀농업의 기술 확산으로 시설 내 다양한 품종의 작물을 생육 및 재배 연구가 진행되고 있으며, 인공지능 기술의 발전으로 작물 계측조사, 병해충 예찰, 수분 스트레스 진단 등과 같은 다양한 분야에 대해 인공지능 모델의 적용 사례가 보고되고 있지만, 환경 정보 분석을 통한 작물 생육에 대한 이상징후 분석은 생육 작물 육안관찰, 온/습도 정보 검토 등 수작업 방식을 진행하고 있어, 시설 내 다양한 장소의 환경 정보 분석을 통한 이상징후 진단에 대한 기술 확보가 필요하다.

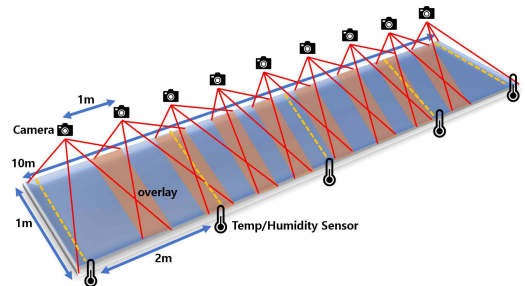
최근 스마트팜 시설 내 환경 정보 분석을 통한 이상징후 진단에 대해 센서를 통해 수집한 데이터와 로그를 활용한 스마트팜 센서 고장 및 진단에 대한 이상탐지 시스템[2], 식물공장 내부 온도편차를 줄이는 공기방향 시뮬레이터를 이용한 스마트팜 데이터 시스템 연구[3] 등 다양한 연구가 진행되었다. 본 연구에서는 스마트팜 시설 내 설치된 온/습도 센서를 활용하여 생육 작물 RGB 영상과 융합하여 환경 정보를 시각화하는 방법을 통해 이상징후 진단에 대한 연구를 수행하였다.

### 2. 제안방법

#### 2.1 수직농장 내 환경 데이터 수집 설계

본 연구에서 활용한 수직농장은 총 4개의 라인으로 각 라인은 가로 10m, 세로 1m, 그리고 높이 2층으로 구성되며, 작물 생육 정보와 환경 데이터를 수집하기 위해 본 연구에서는 REVODATA의 I706-3-A-TS RGB 카메라, 온습도 센서는 Sensirion의 SHT45를 선정하여 아래 그림1과 같이 환경을 구성하였다.

그림 1과 같이 각 라인의 1층을 기준으로 RGB 카메라는 1m 간격으로 지면으로부터 38cm 높이에서 촬영과 1/3 만큼의 FOV(Field of View)가 중첩되도록 하여 총 9대를 구성하고, 온습도 센서는 2m 간격으로 구성하였다. 구성한 환경을 통해 1시간 간격으로 RGB 영상과 온습도 데이터를 수집하였다.



[그림 1] 수직 농장 데이터 수집 환경 구성

## 2.2 생육영상과 환경정보 융합 통한 이상징후 진단

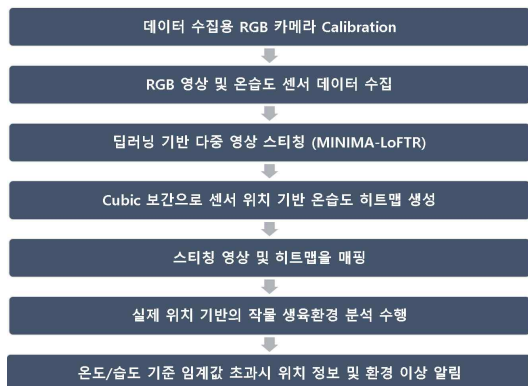
구성한 수직농장 환경에 대해 RGB 카메라 활용 시 광각 렌즈로 인한 왜곡 문제가 존재하여 본 연구에서는 데이터 수집 전 비전 기술을 활용하여 체커보드 기반 카메라 왜곡 보정을 수행 후 작물 생육 RGB 영상과 온습도 환경정보를 수집하였다. 수집된 작물 생육 및 환경 정보는 구간별 다중 영상 및 정보로 작물 생육 시각화의 어려움이 존재하여 딥러닝 기술 중 MINIMA-LoFTR 방법을 활용하였다.

MINIMA-LoFTR는 LoFTR[4]가 제공하는 Transformer 기반 정밀 매칭 구조와 MINIMA[5] 프레임워크가 제공하는 다중 모달리티 영상에 대한 강인한 일반화 성능을 결합한 정합 모델로 작물 생육 RGB 영상을 정합하는데 사용하였다. 아래 그림2는 수직농장 내 각 구간별 작물 생육 RGB 영상 수집 및 정합 결과를 보여준다.



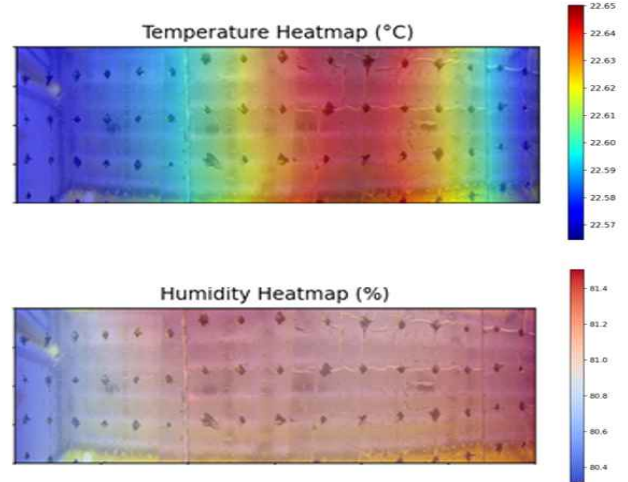
[그림 2] 각 구간별 작물 생육 영상 수집 및 정합 결과

각 구간별의 온습도 센서 데이터는 센서 위치 기반의 Grid를 정의하고, 주변 포인트 간의 연속성을 유지하면서 누락된 위치에 서 값을 예측하는 Cubic 보간 기법을 활용하여 온-습도 히트맵을 생성한다. 생성된 작물 생육 정합 영상과 온습도 히트맵을 실좌표 기반으로 투영하여 영상처리 기술 중 알파 블렌딩 방법으로 매핑 후 시각화를 수행한다. 아래 그림 3은 각 구간 별 온습도 정보를 히트맵 구성 및 시각화 하는 과정을 나타낸다.



[그림 3] 환경정보 시각화를 통한 이상징후 진단 파이프라인

제안한 방법을 통해 작물 생육에 대한 각 구간의 RGB 영상을 정합 후 온습도 센서 히트맵을 통해 시각화한 결과를 그림4와 같다. 그림 4를 통해 작물 생육 환경에 대한 정보를 시각화를 통해 직관적으로 분석할 수 있으며, 다양한 품종의 작물 생육 영향에 미치는 온습도 정보를 구성하여 이상징후 진단에 활용할 수 있다고 판단된다.



[그림 4] 제안한 방법을 통한 작물 생육환경 정보 시각화 결과

## 3. 결론

본 연구에서는 수직농장 내 설치된 RGB 카메라 및 온-습도 센서를 활용하여 작물 생육에 따른 영상과 환경정보를 융합하여 이상징후를 진단하는 연구를 수행하였다. 향후 작물 생육정보와 연계를 통한 작물 수확량 예측 및 식생지수 분석에 관한 융합 연구를 수행할 예정이다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “지역혁신 클러스터육성(R&D, P0025455)”사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임

### 참고문헌

- [1] 조성균, 김세한, “디지털 트윈 기반 스마트 축사-사례 연구”, 한국통신학회논문지, 제 45권 8호, pp. 1472-1481, 2020년.
- [2] 최희민, 김주한, “스마트팜 ICT기기의 이상탐지 시스템”, 한국인터넷방송통신학회논문지, 제 19권 2호, pp. 169-174, 2019년.
- [3] 송제호, 유태수, “온도편차를 줄이는 공기방향 시뮬레이터를 이용한 스마트팜 데이터 시스템 연구”, 2024 한국산학기술학회 추계학술발표대회, pp. 634-637, 2024년.
- [4] Jiaming Sun, et al, “LoFTR: Detector-Free Local Feature Matching with Transformers”, Proceedings of the

- IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 8922–8931, 2021.
- [5] Jiangwei Ren, et al , “MINIMA: Modality Invariant Image Matching”, Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 23059–23068, 2025.