

스마트팜 분야 초점 측정 연산자 기반
다초점 영상 융합에 관한 연구

장훈석*, 최주환

한국전자기술연구원

*jhs0053@keti.re.kr, netside@keti.re.kr

A Study on the Multi-Focus Image Fusion
Based on Focus Measures in the Field of Smart Farm

Hoon-Seok Jang*, Juhwan Choi

Korea Electronics Technology Institute

요약

스마트팜 환경에서 작물의 생육 상태를 정밀하게 모니터링하기 위해서는 고품질의 영상 데이터가 필요하다. 그러나 단일 초점 영상은 특정 영역만 선명하게 표현되기 때문에 전체 작물의 상태를 동시에 관찰하기 어렵다. 본 연구에서는 Focus Measure 기반 Multi-Focus Image Fusion 기법을 적용하여, 서로 다른 초점으로 촬영된 이미지를 융합함으로써 전역적으로 선명한 결과를 얻는 방법을 제안한다. 제안된 접근법은 스마트팜 작물 이미지를 대상으로 Laplacian, Variance, Tenengrad 기법을 활용하여 구현되었으며, 스마트팜의 자동화된 생육 모니터링 및 병해 탐지 시스템의 정확도를 향상시킬 수 있는 가능성을 보여준다.

I. 서론

스마트팜은 ICT 기술을 농업에 접목하여 작물의 생육 상태를 실시간으로 관리하는 차세대 농업 시스템이다. 최근에는 영상 기반 모니터링이 널리 활용되고 있는데, 이는 작물에 물리적인 손상을 주지 않으면서도 다양한 정보를 얻을 수 있기 때문이다. 하지만 카메라로 획득한 단일 초점 영상은 피사체의 일부 영역만 뚜렷하게 표현되며, 나머지 부분은 흐릿하게 나타나는 문제가 있다. 이러한 한계는 병해 탐지와 같은 자동화된 영상 분석에서 정확도를 떨어뜨리는 원인이 된다. 따라서 다중 초점 이미지를 효과적으로 결합하여 전체적으로 선명한 영상을 생성할 수 있는 기술적 접근이 필요하다 [1].

II. 본론

본 연구에서는 Focus Measure 기반 Multi-Focus Image Fusion 기법을 제안한다. 이 방법은 동일한 장면을 서로 다른 초점으로 촬영한 영상을 입력으로 받아, 각 영상의 선명도를 정량적으로 평가한 뒤 더 선명한 부분만을 선택적으로 결합하는 과정으로 이루어진다. 우선 스마트팜 현장에서 동일한 장면을 서로 다른 초점 거리로 촬영하여, 근거리 영역에 초점이 맞은 영상과 원거리 영역에 초점이 맞은 영상을 확보한다. 이후 각 영상에서 Laplacian, Variance, Tenengrad와 같은 Focus Measure 지표를 계산하여 영역별 선명도를 수치화한다 [2]. 계산된 지표를 비교하여 더 높은 값을 갖는 영상을 선택하면, 결과적으로 각 위치에서 가장 선명한 부분만을 모아 새로운 합성 영상이 완성된다. 이 방식은 복잡한 연산을 요구하지 않으며 픽셀 단위의 간단한 비교만으로도 수행 가능하기 때문에, 처리 속도가 중요한 스마트팜 현장에서 실시간 영상 융합 기술로 활용될 수 있다. 또한 생성된 합성 영상은 이후 딥러닝 기반의 병해 탐지 모델이나 생육 분석 알고리즘의 입력으로 사용될 수 있어, 전체적인 스마트팜 자동화 시스템의 신뢰성과 성능을 높이는 데 기여할 수 있다 [3].

III. 결론

본 연구는 스마트팜 환경에서 발생하는 단일 초점 영상의 한계를 극복하기 위해 Focus Measure 기반 Multi-Focus Image Fusion 기법을 제안하였다. 제안된 방법은 Laplacian, Variance, Tenengrad 기법을 활용하여 다중 초점 영상을 융합하고, 결과적으로 전역적으로 선명한 이미지를 생성함으로써 작물 모니터링과 병해 탐지의 정확도를 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 향후 연구에서는 다양한 작물 종과 환경 조건에서의 실험을 확대하고, 블록 단위 융합이나 딥러닝 기반 융합 기법과의 결합을 통해 기술의 성능과 확장성을 더욱 강화할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by AI Convergence Technology Diffusion Project through the National IT Industry Promotion Agency(NIPA) funded by the Ministry of Science and ICT.

참고 문헌

- [1] Z. Duan, X. Luo, and T. Zhang, "Combining transformers with CNN for multi-focus image fusion", Expert Systems with Applications, 235, pp. 121156, January 2024.
- [2] H. S. Jang, G. Yun, H. Mutahira, and M. S. Muhammad, "A new focus measure operator for enhancing image focus in 3D shape recovery", Microscopy Research and Technique, 84(10), pp. 2483-2493, October 2021.
- [3] S. H. Han, H. Mutahira, and H. S. Jang, "Prediction of Sensor Data in a Greenhouse for Cultivation of Paprika Plants Using a Stacking Ensemble for Smart Farms", Applied Sciences, 13(18), pp. 10464, September 2023.