

딥러닝과 열화상 카메라를 이용한 손상된 태양광 패널 감지 드론 시스템

한 승 현, Tariq Rahim, 박 재 한, 신 수 용*

금오공과대학교

gjs9410@kumoh.ac.kr, tariqrahim@ieee.org, qkrwogks7094@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

Damaged solar panel detection drone system using deep learning and thermal imaging camera

Seung Heon Han, Tariq Rahim, Jae Han Park, Soo Young Shin*

Kumoh National Institute of Technology

요 약

본 논문은 열화상 카메라를 장착한 드론이 LTE 모듈과 YOLO(You Only Look Once)를 이용하여 손상된 태양광 패널을 실시간으로 감지하도록 설계하였다. 기존의 관련 연구에서 사용한 이미지 처리 방식은 알고리즘이 복잡하므로 딥러닝을 이용하여 시스템 복잡성을 개선하였다. 또한, 이미지를 저장하여 확인하던 기존 방식과는 달리 LTE를 활용하여 실시간으로 손상된 패널을 감지할 수 있도록 할 것이다. 본 논문에서는 YOLOv3-tiny를 이용하여 손상된 태양광 패널을 감지하고 그 성능을 확인하였다. 추후 LTE 모듈이 장착된 드론을 이용하여 사용자가 실시간으로 영상을 수신할 수 있도록 할 것이다.

I. 서 론

최근 손상된 태양광 패널에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존 연구는 이미지 프로세싱을 이용하였으나, 최근 점차 딥러닝 기법들을 적용하여 손상된 태양광 패널을 감지하는 것으로 확장되고 있다. 드론으로 촬영한 열 화상 이미지를 사용하여 태양 전지판의 고장을 감지하는 연구[1], SLIC(Simple Linear Iterative Clustering) 및 열화상 이미지를 사용하는 태양광 시스템의 오류 감지에 관한 연구[2], 손상된 태양광 패널의 자동 검출을 위한 심층 컨볼루션 신경망 연구가 있다.[3]

본 논문에서는 열화상 카메라를 장착한 드론을 통해 손상된 태양광 패널을 감지하도록 한다. 그뿐만 아니라, 딥러닝 기법과 LTE 통신 기법을 통해 태양광 발전소에서 실시간으로 손상된 패널을 확인할 수 있도록 한다. 또한, 드론에 내장된 GPS를 이용하여 손상된 패널의 정확한 위치도 함께 파악할 수 있다. 기존의 저장된 이미지를 통해 패널을 확인하던 방식과는 달리 딥러닝 기법과 LTE를 이용하여 실시간으로 넓은 지역의 손상된 패널들과 위치를 확인할 수 있다. 또한, LTE를 활용 시 열화상 카메라의 고용량 영상 데이터를 실시간으로 전송할 수 있다. 본 논문에서는 딥러닝 기법의 하나인 YOLO(You only look once)를 이용하여 학습 및 테스트를 진행하였고 그 성능을 확인하였다.

II. 시스템 모델

본 논문에서는 LTE와 딥러닝을 이용하여 사용자에게 실시간으로 영상을 전달하는 것을 목표로 한다. 열화상 카메라가 장착된 드론은 넓은 범위 촬영을 위하여 원격 무선 제어 시스템으로 운행된다. 열화상 카메라는 FLIR ONE Pro를 사용하며 고해상도 열화상 영상을 제공한다. 실시간으로 촬영된 열화상 영상들은 LTE를 통해 사용자에게 전달된다. 사용자는 딥러닝을 사용한 객체탐지 기법의 하나인 YOLO를 통해 학습된 결과를 바탕으로 전달된 영상에서 손상된 태양광 패널을 실시간으로 파악할 수 있다. 또한, 드론에 내장된 GPS를 이용하여 손상된 패널이 있는 위치를 파악할 수 있다. 전체 시스템 모델은 그림 1에 나타난다.

III. 네트워크 구조, 데이터 세트 및 테스트 결과

A. 네트워크구조

본 논문에서는 손상된 태양광 패널 인식을 위해 YOLOv3-tiny를 사용하였다. 실시간으로 사용하기 위해 tiny를 이용하였고 정확도가 더 높은 v3를 사용했다. 전체 클래스(Class)는 손상된 패널을 나타내는 “bad” 하나로 설정하였으며 필터 사이즈(Filter size)는 YOLOv3의 경우 (class+5) *3인 공식을 이용하여 18개로 설정하였다. 학습 시 네트워크의 batch 크

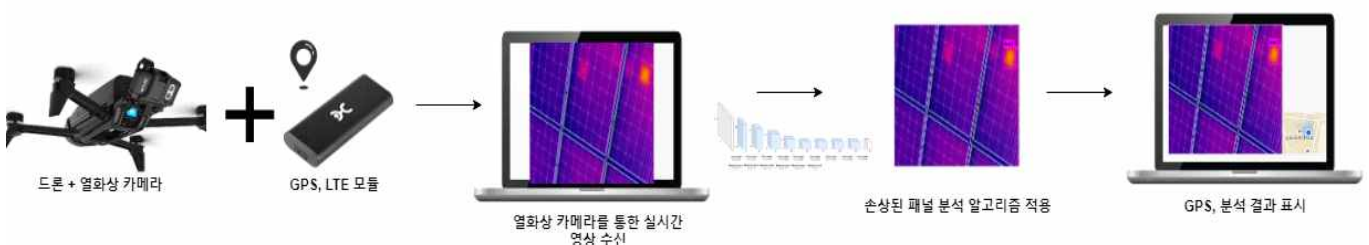


그림 1 전체 시스템 모델

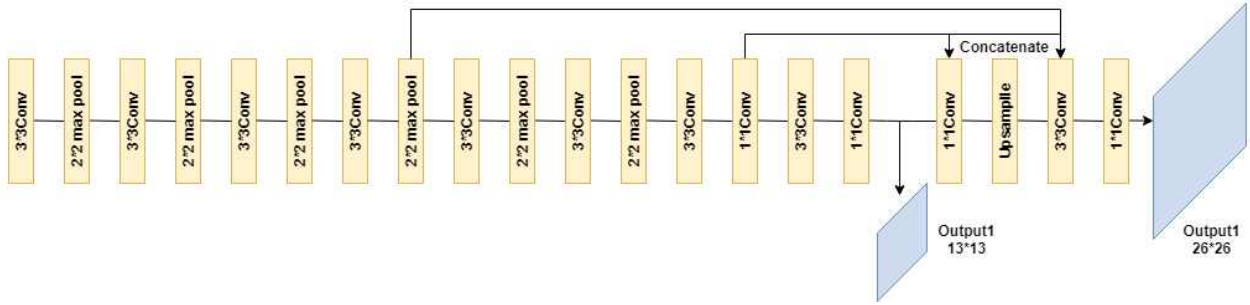


그림 2 YOLO 네트워크 구조

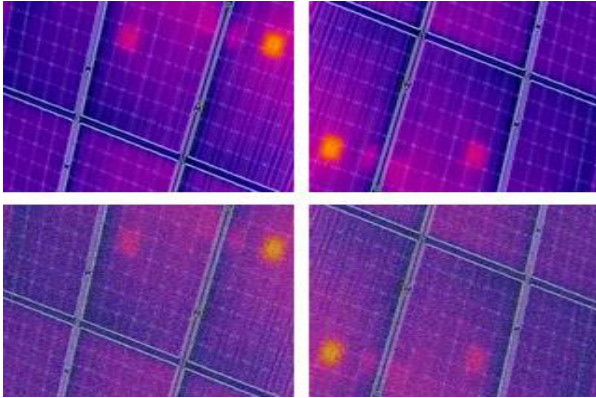


그림 3 수정된 데이터 세트(회전, Noise)

기는 64로, subdivisions의 크기는 8로 설정하였다. 또한, 탐지 성능을 향상하기 위해 pre-trained 모델을 사용하였다. 본 논문에서는 YOLOv3-tiny를 사용했으므로 yolov3-tiny.conv.15의 pre-trained 모델을 사용하였다. 자세한 네트워크 구조는 그림 2에 나타낸다.

B. 데이터세트생성

성능 검증을 위해 데이터 세트를 총 1000장을 사용하였다. 부족한 데이터 세트 수를 늘리기 위해 기존의 이미지를 90도, 180도, 270도로 각각 회전시켰다. 또한, 이미지들에 Noise를 추가하여 데이터 세트를 늘렸으며, Noise는 0.02로 설정하였다. 라벨링은 LabelImg 도구를 이용하였고 다크넷(darknet)을 이용하여 학습을 진행하였다. 자세한 데이터 세트 이미지는 그림 3에 나타낸다.

C. 테스트결과

YOLOv3-tiny를 사용한 학습 결과로 Accuracy는 98%가 나왔다. 테스트를 위한 테스트 이미지 데이터는 기존 학습 이미지와 새로운 이미지를 사용하였다. 태양광 발전소마다 구조와 패널이 모두 다르므로 이에 따라 데이터 세트 수집, 학습 방식을 달리하여 최적의 결과를 얻을 수 있다.

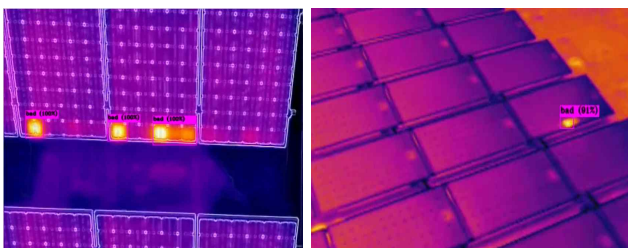


그림 4 테스트 결과

III. 결 론

본 논문에서는 LTE와 딥러닝을 이용하여 실시간으로 손상된 패널을 감지하는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 사용자가 넓은 태양광 발전소에서 열화상 카메라를 장착한 드론을 이용하여 손상된 패널의 영상과 위치를 실시간으로 받을 수 있도록 하였다. 또한, YOLOv3-tiny를 이용하여 학습을 진행하고 그 성능을 확인하였다.

그러나 현재 데이터 세트가 많이 부족하고 보완이 필요하다. 따라서 추후 금오공과대학교를 기준으로 손상된 태양광 패널의 데이터 세트를 수집할 것이고, LTE 모듈 장착을 통해 실시간으로 구현할 것이다. 또한, 원격으로 제어하는 방식에서 여러 드론을 이용한 자율 비행 시스템으로 발전할 수 있다고 생각한다.[4] 또한, 학습하는 과정에서 CNN 모델을 이용하여 정확도를 높이는 연구를 진행할 예정이다.[5]

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2018R1A6A1A03024003)

참 고 문 헌

- [1] HIGUCHI, Yuji, and Tadatashi BABASAKI. "Failure detection of solar panels using thermographic images captured by drone." 2018 7th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA). IEEE, 2018.
- [2] Alsafasfeh, Moath, Ikhlas Abdel-Qader, and Bradley Bazuin. "Fault detection in photovoltaic system using SLIC and thermal images." 2017 8th International Conference on Information Technology (ICIT). IEEE, 2017.
- [3] Pierdicca, R., et al. "DEEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR AUTOMATIC DETECTION OF DAMAGED PHOTOVOLTAIC CELLS." International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences 42.2 (2018).
- [4] Hassan, Syed Ali, Tariq Rahim, and Soo Young Shin. "Real-time UAV Detection based on Deep Learning Network." 2019 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC). IEEE, 2019.
- [5] Rahim, Tariq, Muhammad Arslan Usman, and Soo Young Shin. "A Survey on Contemporary Computer-Aided Tumor, Polyp, and Ulcer Detection Methods in Wireless Capsule Endoscopy Imaging." arXiv preprint arXiv:1910.00265 (2019).