

풍력 발전기에서 UAV 를 이용한 광 카메라 통신 (OCC) 가상 환경 연구

김태민, 김주현, *정성운
영남대학교 전자공학과

dst05054@ynu.ac.kr, lpyeongl00@gmail.com, *syjung@ynu.ac.kr(*:교신저자)

A Simulation Study of OCC Using UAV in offshore wind generator in a virtual environment

Tae-Min Kim, Ju-Hyun Kim, *Sung-Yoon Jung(*:corresponding author)
Dept. of EE, Yeungnam Univ.

요약

본 논문은 OCC(Optical Camera Communication)를 이용하여 문제가 발생한 풍력발전기의 위치정보 및 상태정보를 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)를 통해 얻는 시나리오를 AirSim (Aerial Informatics and Robotics Simulation)으로 구현하였다. 먼저 해상풍력 단지의 LED를 UAV의 카메라를 활용하여 YOLOv5기법을 통해 검출하였다. 그리고 검출된 LED의 색 패턴을 판별하고 문제가 발생한 발전기의 위치 및 상태를 확인할 수 있음을 AirSim 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

I. 서론

최근 기후 변화 문제가 화두가 되고 있으며 풍력 발전은 이를 해결하기 위한 친환경 에너지 기술 중 하나로 주목받고 있다. 최근에는 육상 풍력 발전에서 해상 풍력 발전으로 확장하고 있다. 해상에서 풍력 발전을 하게 되면 해안에서 멀어질수록 풍력이 안정적이고 일정하므로 장시간에 걸쳐 고출력 발전이 가능하다. 또한, 입지 제약이 있는 육상 풍력 발전의 단점을 보완하여 대규모 발전단지를 구축하기에 용이하다. 하지만 해상 환경 특성상 풍력 발전기로의 사람의 접근이 어렵다. 그렇기 때문에 풍력발전의 상태정보를 얻고 이를 통해 유지 보수를 하는데 어려움이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 [2]에서 제안된 시나리오를 기반으로 AirSim (Aerial Informatics and Robotics Simulation)을 사용하여 풍력발전기의 위치정보 및 상태정보 LED로 보내고 OCC(Optical Camera Communication)를 이용하여 정보를 확인하는 시뮬레이션을 진행하였다.

II. 본론

1. OCC 개요도

그림 1은 OCC 통신 개요도이다. 해상풍력발전기는 육상에 위치한 기지국 BBU(Base Band Unit)와 멀리 떨어져 해상 위에 설치된다. 이러한 이유로 접근과 관리가 어렵고 운영 및 유지보수에 영향을 미친다. 본 논문에서 제안하는 시나리오는 UAV를 활용하여 해상 풍력 발전기 단지 내를 순회하도록 한다. 그리고 UAV에 탑재된 카메라를 통해 OCC link를 구성한다. UAV의 카메라를 통해 문제가 발생한 풍력 발전기의 위치와 문제 유무에 대한 정보를 풍력발전기에 탑재된 LED를 통해 정보를 받는다. UAV가 얻은 정보는 RF통신을 통해 발전기로 수신된다. 발전기는 수신한 정보를 PLC(Power

Line Communication)을 통해 전력과 함께 BBU로 전송한다.

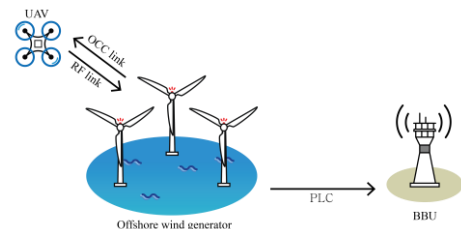


그림 1. OCC 통신 개요도.

2. 송신단

풍력발전기에 설치된 LED를 사용하여 발전기의 위치와 문제 유무에 대한 정보를 보낸다. 국토교통부에서 발행한 항공장애 표시등과 항공장애 주간표지의 설치 및 관리문서 [3]에 따라 송신단의 LED 색상을 Red, Green, Blue, White로 사용하였다. 표 1은 상태정보에 따른 LED의 색 패턴을 정리한 것이다. 발전기 마다 각각 다른 종류의 상태정보를 3bit로 전송한다. 싱크를 맞추기 위해 심볼의 첫 비트 색상으로 Normal 상태인 Red를 사용한다.

3. 수신단

수신단의 경우 먼저 UAV에 탑재되어 있는 카메라를 이용하여 LED 영역을 검출한다. 기존에 연속된 이미지의 차영상을 이용하여 LED의 영역을 검출한 것과는 다르게 YOLOv5를 이용하여 실시간으로 LED의 위치를 검출하였다[4]. 검출된 LED 바운딩 박스의 R, G, B 값 평균 값 추출을 통해 색 패턴을 구별하게 된다. 첫번째 LED의 색 패턴을 Red로 보내어 싱크를 맞추게 된다. 그리고 두 번째, 세번째 색패턴을 추출하여 상태 정보를 확인하게 된다.

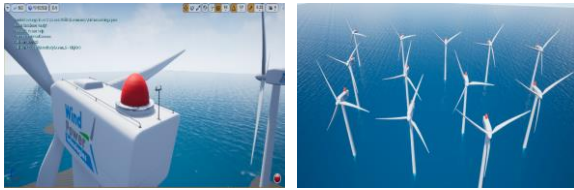
상태정보	색 패턴	첫번째	두번째	세번째
Normal		Red	Red	Red
컨트롤 시스템		Red	White	Green
요잉 시스템		Red	White	Blue
피치시스템		Red	Blue	Green
브레이크		Red	Blue	White
발전기		Red	Green	Blue
증속기		Red	Green	White

표 1. 상태정보에 따른 LED 색 패턴

III. 시뮬레이션

1. 송신단

해상 풍력 가상 환경 구성을 위해 AirSim 시뮬레이터를 사용하였다. 그림 2의 (가)는 AirSim 으로 구현한 LED를 가상의 풍력 발전기에 설치한 것이다. 그림 2의(나)는 AirSim에서 첫번째 프레임이 모두 Red일 때 송신단 예시 이미지이다.



(가)

(나)

그림2. LED 모델링.

2. 수신단

수신단은 AirSim의 해상 풍력 단지를 UAV 카메라로 촬영하여 처리를 한다. 이 때 날씨가 맑은 상황을 가정하였고 드론의 흔들림 이 거의 없는 상태로 진행하였다. 그림3은 YOLOv5를 이용하여 실시간으로 LED의 위치를 검출한 결과이다. 총 600장의 LED 이미지 데이터셋을 학습시켰고 LED의 영역을 잘 검출한 것을 알 수 있다. 그림 4는 검출된 LED 영역을 기준으로 3bit의 색 패턴을 추출하여 디코딩한 결과이다. 날씨가 맑고 드론의 흔들림 이 거의 없는 상태에서는 해상 풍력 발전기에서 보낸 상태정보를 구분할 수 있음을 알 수 있다.



그림3. LED 영역 검출 결과.

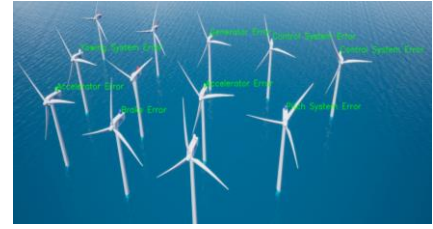


그림4. 수신 영상 색 패턴 추출 결과.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 AirSim 가상 시뮬레이션을 통하여 풍력 발전기 LED의 색패턴을 만들고 송신단을 구성했다. 그리고 UAV에 탑재된 카메라를 이용하여 YOLOv5 기법을 통해 LED 영역을 검출하고, 색 패턴을 추출하여 상태 정보를 확인하였다. 추후연구에서는 UAV가 흔들리는 상황 및 날씨가 좋지 못한 상황을 가정하여 AirSim 가상 시뮬레이션에서 다양한 실험을 할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(P0017011, 2023년 산업혁신인재성장지원사업)이며 2023학년도 대학혁신지원사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

참고 문헌

- [1] Jeon, H.J.; Yun, S.K.; Jung, S.Y.; Kim, B.W. "Optical Camera Communication Based Lateral Vehicle Position Estimation Scheme Using Angle of LED Street Lights" The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers 2017, Vol. 66, No. 9, pp. 1416-1423.
- [2] Yu-Jeong Kim, Su-Jin Kim, Ju-Hyun Kim, Seok-Hwan Moon, and Sung-Yoon Jung. "A study on the OCC utilization of offshore wind generator with UAV." The Institute of Electronics and Information Engineers Summer Annual Conference of IEIE 2023, pp. 803-805.
- [3] [http://www.law.go.kr/행정규칙/항공장애표시등과항공장애주간표지의설치및관리기준/\(2017-47,2017118](http://www.law.go.kr/행정규칙/항공장애표시등과항공장애주간표지의설치및관리기준/(2017-47,2017118)
- [4] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., and Farhadi, A. "You only look once: Unified, real-time object detection." Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, pp. 779-788.