

UAV 기반 해안가 익수자 검출 방안

오성현, 박승우, 김정곤*

한국공학대학교 전자공학부

osh119@tukorea.ac.kr, winnerpark17@tukorea.ac.kr, jgkim@tukorea.ac.kr*

UAV-based Coastal Drowning Detection Method

Sung Hyun Oh, Seung Woo Park, Jeong Gon Kim*

Department of Electronic Engineering, Tech University of Korea

요약

최근 항공산업 분야의 발전에 따라 UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 기술이 다양한 분야에서 적용되고 있다. 또한, AI(Artificial Intelligence) 및 빅데이터를 기반으로 자율주행 형태로 변화되고 있다. 이러한 이점을 기반으로 최근 UAV 기술의 추세는 공공 분야에서 사람이 직접 접근할 수 없는 공간에 투입되어 수색 및 구조 등에 활용된다. 본 연구에서는 여름철 해수욕장에서 발생가능한 익수자를 구조하기 위해 UAV 기반 익수자 검출 방안을 제시한다. UAV의 경우 한정된 배터리 자원을 이용하여 수색 및 구조 작업을 수행해야하므로 전력 소비 및 실시간 검출이 중요한 요소이다. 이를 위해 객체검출 기술로 MobileNet SSD(Single Shot Detector)를 적용하였다. MobileNet SSD는 모바일 및 임베디드 비전 어플리케이션용으로 설계된 경량 심층 신경망 아키텍처로 낮은 전력소모로 빠른 처리속도를 달성가능하다. 시뮬레이션 결과에서 제안된 모델을 통해 익수자, 수영중인 사람 및 물 밖에 있는 사람의 3가지 상태를 검출가능함을 보인다.

I. 서론

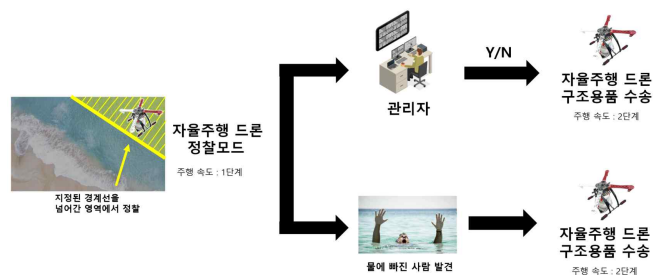
매년 여름철에 해수욕장 및 계곡 등에서 익수사고가 꾸준히 발생하고 있으며, 해가 거듭될수록 익수사고는 증가하고 있다[1]. 해상에서 익수사고의 경우, 야간이나 다른 인원이 없는 곳에서 발생하면 즉각적인 인지가 불가능하다. 이러한 문제는, 골든타임을 놓치므로 사망까지 이어질 수 있다[2]. 그러나, 여름철 해수욕장에 배치된 구조대원 인력의 한계 문제로 안전이 보장되지 않는다. 이러한 문제를 해결하기 위해 UAV를 이용할 수 있다. UAV는 항공산업 분야의 발전과 함께 다양한 분야에서 적용되고 있다. 최근에는 AI(Artificial Intelligence) 기술의 고도화와 함께 UAV의 자율주행이 가능해졌다[3].

따라서, 본 논문에서는 해수욕장 익수자 검출을 위해 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)를 이용하고자 한다. 대부분의 익수자는 구조대원이 확인할 수 없는 해수욕장의 경계선 밖에서 발생하거나, 미운영 해수욕장 등 사각지대에서 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 수색 및 구조를 동시에 수행가능한 UAV를 제안하고자 한다. 먼저, 수색을 수행하기 위해서는 익수자와 비익수자를 구분해야한다. 여기서, 비익수자에는 수영하는 사람과 물 밖에 있는 사람이 포함된다. 본 연구에서 익수자를 구분하기 위한 특징으로 신체 구조를 사용하였다. 익수자의 경우는, 머리와 팔 부위만 물 밖에 노출되고 대부분의 신체는 물 속에 있다. 이와 다르게 비익수자는 상체 그리고 하체까지도 물 밖에 노출되는 특징이 있다. 이러한 특징을 기반으로 수집된 데이터를 라벨링하여 학습데이터 셋을 구축하였다. 학습데이터 셋 구축 후 AI 모델의 학습을 수행하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 시스템 모델에 대해 설명하고, 객체검출 모델의 학습 방안 및 테스트 결과를 제시한다. 이후, 3절에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구방안을 기술한다.

II. 본론

본 절에서는 여름철 해안가 환경에서 UAV 기반 익수자 검출 방안을 제안한다. 제안기법의 전체적인 구성은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 전체 시스템 구성도

[그림 1]에서 볼 수 있듯이, 정찰은 2가지 모드로 구분된다. 모든 모드에서 UAV는 배터리 용량이 한정되어 있으므로, 여러 대의 UAV가 순차적으로 수색 및 구조작업을 수행하는 환경을 가정한다. 또한, UAV와 관제실과의 통신에는 LoRa(Long Range) 모듈을 이용한다.

첫 번째는 반자동 모드이다. 먼저, 자율주행 UAV는 정찰 시간에 맞춰 지정된 경계선 너머의 위험지역으로 이동을 수행한다. 위험지역에 도착한 UAV는 미리 정해진 자율주행 경로를 이동하며 정찰을 수행한다. 정찰 수행시, UAV에 탑재한 카메라를 이용하여 실시간 촬영을 수행하고, 해당 데이터는 MCU(Main Control Unit)에 전달된다. MCU는 실시간 촬영 데이터를 관제실에 전송한다. 관제실의 관리자는 UAV로부터 전송된 영상 데이터를 분석한다. 관리자가 익수자를 확인하게 되면, UAV를 이용해 익수자에게 구조용품을 전달할 수 있다.

두 번째는 완전자동 모드이다. 이 모드에서 시스템은 총 3개의 단계로

* : 교신저자

구성된다. 반자동 모드와 동일하게, UAV는 지정된 경계선 너머의 위험지역으로 이동하여 정찰을 수행한다. 정찰 데이터는 MCU에 실시간으로 전달된다. MCU는 전달된 이미지데이터를 이용하여 3가지 기능을 순차적으로 수행한다. 첫 번째는 AI 기반 익수자 검출이다. 이를 위해 MCU는 객체 검출 AI 모델인 MobileNet SSD를 이용한다. 두 번째로, 익수자가 검출되었다면 LoRa 통신을 기반으로 관제실에 알람을 발생시킨다. 마지막으로, UAV는 익수자에게 즉각적으로 이동하여 구조용품을 전달한다.

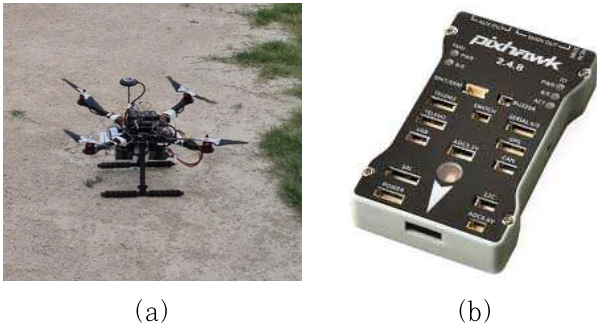
위의 동작을 수행하기 위한, 본 연구에서 적용한 AI 모델에 대해 설명한다. AI 모델 선정을 위해 UAV 환경을 추가적으로 고려하였다. 먼저, UAV는 한정된 배터리 자원을 사용하고 있다. 따라서, 전력 소모가 적은 AI 모델이 적용되어야 한다. 또한, 관제실에서 익수자의 실시간 확인이 가능해야하므로, 스트리밍 환경에서 객체 검출 처리시간이 빨라야 한다. 본 연구에서 위의 상황을 고려하여, AI 모델로 MobileNet SSD를 적용하였다. MobileNet은 depth-wise convolutions를 이용하여 모델의 아키텍처를 구성하였으며 간단한 2개의 하이퍼파라미터를 이용하여 지연시간과 정확도를 절충한 방법이다. 이를 통해 기존의 convolution에 비해 연산량을 1/9배 줄일 수 있다. 이러한 이점을 기반으로 MobileNet SSD를 채택하였고, 모델의 학습을 수행하였다. 모델의 학습에 사용한 파라미터는 표 1에 정리되어 있다.

[표1] 학습 파라미터

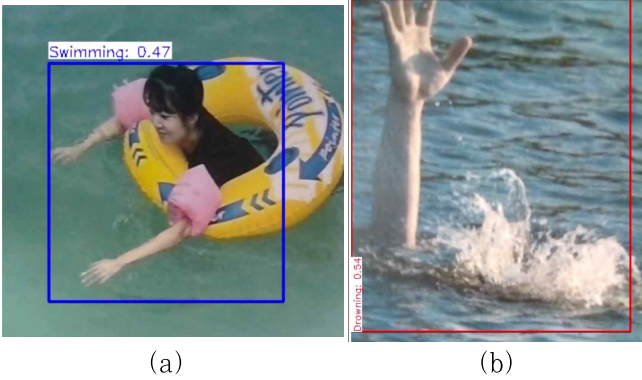
Parameter	Value
총 데이터 개수	20,000장
학습 및 검증 데이터 비율	8 : 2
Batch size	32
Epoch	10

[표 1]에서 볼 수 있듯이, 이미지 데이터는 구글, Roboflow, 데이터 공유 센터 등에서 총 2만장을 수집하였다. 학습데이터는 8:2의 비율로 나눠서 학습 및 검증에 사용하였다. 모델의 학습을 위해 배치사이즈는 32로 설정하였다. 학습데이터의 라벨은 물 밖에 있는 사람 out of water, 수영중인 사람 Swimming, 익수자 Drowning 총 3가지로 설정하였다. 학습 결과는 약 65%의 정확도로 객체를 검출함을 확인하였다.

이후, 학습이 완료된 모델은 UAV에 장착된 MCU에 탑재하였다. 실험에 사용된 UAV는 Pixhawk 사의 F450이며, UAV 구동제어는 Pixhawk 2.4.8을 사용하였다. F450 및 Pixhawk 2.4.8의 외관은 그림 2와 같다. 또한, 실험에서 실시간 촬영을 수행하기 위해 라즈베리파이4와 전용 카메라



[그림 2] 하드웨어 외관 : (a) 구조용 UAV F450, (b) Pixhawk 2.4.8



[그림 3] 객체 검출 결과 : (a) 수영중인 사람, (b) 익수자

를 사용하였다. 그리고, UAV의 위치를 확인하기 위해 Pixhawk 2.4.8의 GPS(Global Positioning System) 기능을 이용하였다.

앞서 구성된 시스템을 기반으로 3가지 시나리오에 대한 테스트를 수행하였다. 첫 번째 시나리오는 수영 중인 사람에 대한 검출, 두 번째는 익수자에 대한 검출이고 세 번째는 물 밖에 있는 사람에 대한 검출이다. 테스트 당시 해수욕장 미개장의 문제로, 출력된 이미지를 UAV가 촬영하는 방식으로 진행하였다. 각 시나리오는 실제 상황과 유사하도록 UAV가 공중 채공 중의 상태에서 테스트를 수행하였다. 또한, 익수자 검출 시 구조용품 전달 기능까지 함께 확인하였다.

먼저, 객체 검출 결과는 그림 3에서 확인할 수 있다. 그림에서 볼 수 있듯이, 첫 번째 시나리오는 0.47, 두 번째 시나리오는 0.54의 정확도로 객체가 검출됨을 확인하였고, 세 번째 시나리오의 경우는, 약 0.8의 정확도로 검출되었다. 이와 함께, 첫 번째와 세 번째 시나리오에서는 익수자가 발견되지 않으므로 구조용품 전달을 수행하지 않았고, 두 번째 시나리오에서는 익수자가 검출되었고, 구조용품이 정상적으로 전달됨을 확인하였다.

III. 결론 및 향후 연구방안

본 연구에서는 해안가에서 발생하는 익수사고를 해결하기 위한 방안을 제시하였다. 이를 위해, UAV에 AI를 탑재하여 익수자를 검출하고 구조용품을 전달하는 기능을 구현하였다. 학습 성능 평가 결과, 구현된 시스템은 약 65%의 정확도로 객체를 검출할 수 있었다. 이를 기반으로 테스트를 수행하였으나, 평균 50% 정도의 정확도가 도출됨을 확인하였다. 여기서, 물 밖에 있는 사람은 비교적 높은 정확도가 도출되었는데, 이는 물 안에 있는 두 가지 경우와 특징이 다르기 때문으로 분석되었다.

추후에는, 제안된 시스템의 효용성 검증을 위해 실제 해안 환경에서의 실험이 수행되어야 할 것으로 사료된다. 또한, 관제실로의 통신을 위해 LoRa 통신망 구축 및 관제실의 모니터링 프로그램 구현을 수행할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] Shin, G. H., Kim, J. H., Park, H. G., Kang, S. K. "Maritime Search And Rescue Drone Using Artificial Intelligence," KIICE, pp.688-689, May 2022.

[2] Yang, Z., Kang, J. H., Lee, K. C. "A Study on the Design of CNN-based Drowning Victim Detection Model," ICROS 2023, pp.232-233, June 2023.

[3] Kim, D. Y., Chong, H. G. "Trend Analysis of Academic Research on Object Detection Based on UAV Data," J. Digital Contents Society, pp. 1525-1534, June 2024.