

인공지능 기반 유해조류 탐지 관제 시스템

심현*

Artificial Intelligence-Based Harmful Birds Detection Control System

Hyun Sim*

요약

본 논문에서는 오리와 같은 유해조류에 의한 양식장의 피해를 방지하기 위해서 머신러닝 기반 해상용 드론 개발을 목적으로 한다. 기존 드론은 공중에서 새와 충돌하거나 바다에 떨어지는 경우 유실되는 문제점을 해결하기 위해서 해상드론으로 개발하였다. 자율주행으로 작동하는 해상드론이 해상에 나타난 유해조류를 판단하기 위해 CNN기반 머신러닝 학습 알고리즘을 설계하였다. 유해조류의 위치 인식 및 추적을 위해 카메라에 라즈베리파이를 연결하여 관제 PC로 영상을 전송하도록 설계하였다. 모바일 기반 관제 센터에서 미리 GPS 좌표와 연동된 맵을 미리 제작한 후, 유해조류의 위치에 대한 GPS 위치값을 전달받아 설정된 위치로 해상용 드론이 출동하여 유해조류를 퇴치하는 자율주행 기반의 해상용 조류 퇴치 드론 시스템을 설계 및 구현하였다.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to develop a machine learning-based marine drone to prevent the farming from harmful birds such as ducks. Existing drones have been developed as marine drones to solve the problem of being lost if they collide with birds in the air or are in the sea. We designed a CNN-based learning algorithm to judge harmful birds that appear on the sea by maritime drones operating by autonomous driving. It is designed to transmit video to the control PC by connecting the Raspberry Pi to the camera for location recognition and tracking of harmful birds. After creating a map linked with the location GPS coordinates in advance at the mobile-based control center, the GPS location value for the location of the harmful bird is received and provided, so that a marine drone is dispatched to combat the harmful bird. A bird fighting drone system was designed and implemented.

키워드

Drone, Machine Learning, Atonomous Driving, Control Systems, Harmful Birds
드론, 머신러닝, 자율 주행, 관제 시스템, 유해 조류

1. 서론

1.1 유해조류 퇴치

태풍, 적조와 같은 자연재해와 철새와 같은 야생동물에 의한 김, 매생이, 새고막, 바지락 양식업의 피해

가 매년 늘어나고 있으며 이에 지방 자치단체에서는 야생동물로 인한 양식업 피해를 최소화 하기 위한 노력을 계속 진행하고 있다. 전남 남해안 지역에서는 특히 오리로 인한 양식업의 피해가 가장 크다. 야생 오리떼가 수확을 앞둔 김과 매생이 양식장을 습격한 이

* 교신저자 : 순천대학교 산학협력단

• 접수일 : 2021. 01. 20
• 수정완료일 : 2021. 02. 03
• 게재확정일 : 2021. 02. 17

• Received : Jan. 20. 2021, Revised : Feb. 03, 2021, Accepted : Feb. 17, 2021

• Corresponding Author : Hyun Sim
Industry-Academic Cooperation Group, Suncheon National University,
Email : simhyun@scnu.ac.kr

후에는 매생이를 수확할 수 없을 만큼 폐허로 변하며, 전남 여자만의 개펄에 뿌려놓은 고막 종패를 먹어치워 오리떼가 습격할 때마다 수백만 원의 피해가 발생한다. 오리에 의한 피해를 줄이기 위해 어업인들은 허수아비를 세우고 밤낮없이 순찰을 돌며 피해를 최소화하기 위한 노력을 하고 있다. 그러나 이런 노력들은 피해를 줄이기 위한 최소한의 방법일 뿐 원천적인 해결 방법이 되지 못하고 있다[1-3].

유해조류를 퇴치하는 방법에는 여러 가지가 있다. 울타리를 설치 또는 그물을 설치해서 퇴치하는 방법으로 새 접근을 효과적으로 방지할 수 있지만 많은 설치비용과 안전문제로 해안에서 사용이 어렵다. 저주파를 이용한 천적의 소리, 폭음 등을 이용하는 경우 일시적으로 효과가 있지만 학습효과로 인해 소용이 없게 된다. 불빛 또는 레이저 등을 이용하는 시각적인 방법이나 천적의 배설물을 이용하는 방법 등이 제안되었지만 바다라는 특수성으로 활용이 어렵다.

기존의 다양한 퇴치 시스템이 존재하지만 대부분 육지에서 활용이 가능한 시스템들이며 바다라는 넓고 변화가 심한 환경에서 유해한 조류를 퇴치하기에는 역부족이다. 해양에서 정확히 문제가 되는 유해한 조류를 퇴치하기 위해서는 이동성이 뛰어난 장치를 사용해야 하기 때문에 드론과 같은 빠른 이동체를 활용한 퇴치 시스템 개발이 필요하다. 그러나 바다와 같이 바람의 영향을 받아 드론의 비행에 문제가 생기고 조류와 충돌 가능성으로 인해 드론이 손상되거나 침몰하는 문제 등이 발생하여 본 연구에서는 바다에 최적화 된 보트형 드론을 개발하게 되었다.

또 다른 문제는 바다라는 넓은 자연조건으로 인해 일반적인 센싱 방식으로는 유해한 조류인지 파악하기 어렵고 조류를 탐지하더라도 정확한 위치를 찾기가 어려운 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 카메라 영상이미지를 통해 머신러닝을 활용하여 분석 및 탐지하고 카메라 영상과 GPS를 이용하여 조류의 위치를 파악하는 알고리즘을 개발하여 조류를 헤치지 않고 쫓아낼 수 있는 해상 양식장 운영에 최적화된 지능형 유해조류 퇴치 시스템을 설계하였다. 본 논문에서는 유해조류만을 탐지하여 퇴치활동을 할 수 있도록 머신러닝 기반 영상 분석 알고리즘을 설계하고[4,6-13], 유해조류 판단 시 드론을 자동 또는 수동으로 출격시킬 수 있는 관계시스템을 개발한다. 또

한 유해조류 출몰 상황과 드론의 퇴치 활동을 확인할 수 있는 모니터링 시스템을 개발한다. 오픈소스 하드웨어 플랫폼으로 아두이노와 라즈베리파이를 사용하였고 주변에 Zigbee, WiFi, RF, GPS 등의 통신 모듈과 LED 램프, 확성기 등을 사용하는 유해조류 퇴치 시스템을 설계 및 구현했다. 관리의 편의를 위해서 안드로이드 스마트폰을 사용했다. 대상 동물과 양식장의 환경에 따라 프로그램을 수정해서 맞춤형 적용 시스템으로 운용이 가능하다. 라즈베리파이와 아두이노 등과 같은 컴퓨터 보드와 각종 통신 모듈이 저가로 공급되고 있으며, 이러한 오픈소스 하드웨어 및 소프트웨어가 현재 널리 사용되고 있다. 이들을 활용하면, 퇴치 시스템의 개발이 저가의 스마트 한 적용 장치로의 개발이 용이하다. 또한 조류 식별을 위해 딥러닝을 적용한 인공지능 시스템을 적용한 IDE소프트웨어 개발환경에서는 프로그램의 작성과 업로드 등에 편의를 제공하므로 시스템의 개발시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 설계의 변경 등이 용이하다[1-3,5,6].

II. 유해조류 퇴치 시스템의 구성 및 제작

유해조류 퇴치시스템은 오픈 소스 아두이노와 라즈베리파이를 중심으로 구성된다. 시스템은 첫째 딥러닝을 이용한 조류 탐지 분석 알고리즘 기술 개발(SW), 둘째 유해조류 탐지 모니터링 앱 개발(SW), 셋째 유해조류 퇴치용 드론 펌웨어 개발(SW), 넷째 유해조류 탐지 관계 시스템 개발(SYS)을 위한 4부분으로 구성된다.

2.1 전체 시스템 구성

전체 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 라즈베리파이를 중심으로 카메라 영상 이미지를 머신러닝 알고리즘으로 분석하고 모바일 기반 관계 센터에서 탐지하고 GPS 위치 좌표값으로 드론을 운항한다. 아두이노를 중심으로 통신 모듈과 소리를 저장하고 재생하는 부분으로 구성된 서버와 감지 부분과 퇴치용 섬광과 불빛을 번쩍이는 발광 모듈로 구성된다.

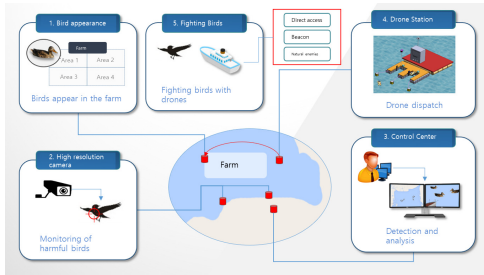


그림 1. 유해조류 감지 시스템 구성도
Fig. 1 Configuration of harmful birds detection system

2.2 유해조류 탐지 모듈(유해조류 인식을 위한 영상처리 알고리즘)

본 연구에서 유해조류 여부를 판단하기 위해 영상 인식 분야에서 가장 많이 활용되는 머신러닝 기법인 CNN(Convolutional Neural Network)을 활용한다. CNN은 기존 사물 인식 분야에서 사용되던 알고리즘 보다 월등히 뛰어난 성능을 보인다[6-8]. 제안하는 시스템의 딥러닝 모델은 ResNet56을 기반으로 하며 총 56-Layer로 구성한다. 그림 2는 본 연구에서 제안하는 유해조류 탐지 모델로 이미지 분석 모듈을 세부적으로 나타낸 구성도이다. CNN은 크게 Convolutional layer(conv), Pooling layer(pool), Fully connected layer(F.C), Drop out 계층으로 구분할 수 있다. 합성곱 계층에서는 유해조류의 이미지의 특징점 추출을 추출한다. 풀링 계층에서는 전역 평균 풀링 기법을 활용하여 추출된 특징들의 차원을 줄인다. 완전연결계층은 반복되는 풀링 계층의 뒤에 배치하여 도출된 특징점을 인공신경망을 통해 분류한다. Residual block은 깊은 네트워크에서 발생하는 그라디언트 소실 문제를 해결하기 위해 이전 합성곱 계층의 학습 내용을 다음 계층에 전달하여 이전 학습치 소실을 방지하는 역할을 한다. 본 연구에서는 conv, pool, F.C 계층을 심층적으로 쌓아 구성하였으며, conv 계층에서 유해조류 이미지의 특징점 추출 시 활성화 함수로 ReLU를 사용한다. pool 계층에서는 Max pool 기법을 활용하여 추출된 특징들의 차원 줄이는 Subsampling 과정을 진행한다. F.C 계층에서는 반복되는 conv, pool 계층에서 도출된 특징점을 인공신경망을 통해 분류한다. 마지막으로 Drop out 계층에서는 과적합을 방지하는 역할을 한다. 표 1은 머신러닝 개발 환경을 보여준다.

표 1. 개발 환경

Table 1. Development environment

Classification	Details
OS	Window 10
CPU	Inter Core i7-6800K
RAM	32Gb
GPU	Geforce GTX 1080 TI 16G
Language	Python
IDE	PyCharm Community 2018.3.7

2.3 유해조류 인식을 위한 영상처리 알고리즘(SW)

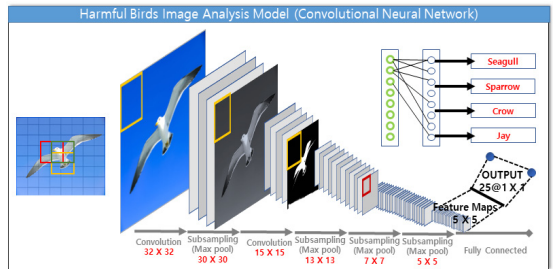


그림 2. 유해조류 분석 모듈 세부 구성도
Fig. 2 Detailed configuration diagram of harmful bird analysis module

기존에 머신러닝 알고리즘을 사용하여 육상에서 조류를 추적하는 연구[2,8]는 있었으나, 본 연구에서는 수상에서 해수면 근처의 유해조류의 위치 인식 및 추적을 위해 카메라에 라즈베리파이를 연결하여 관계 PC로 촬영된 영상을 송출하고 해당 이미지를 머신러닝 학습을 실시하였다. 이는 육상에 설치된 고해상도 카메라와 해상드론에 설치된 카메라의 영상을 동시에 촬영하고 송출하는 방식을 이용하였다. 머신러닝 학습 방식은 1초 간격으로 두 대의 카메라에서 촬영된 해상 영상 중 조류 탐색 알고리즘을 통해 조류가 탐지된 영상을 구분한다(그림 3). 구분된 조류 탐지 영상에서 조류 영역 이미지 추출하고, 추출된 이미지를 대상으로 머신러닝 학습을 한다. 새로 촬영된 영상에서 조류가 촬영된 이미지를 분류하고 분류된 이미지에서 조류 부분만 추출한 후, 추출한 조류 이미지를 학습한 머신러닝에 프로그래밍하여 일치율을 확인한다. 이때 32, 64, 128 등의 픽셀별 이미지를 테스트하여 결과값 확인한다. 이 외에 고정 객체(풀대, 섬 등)와 이동 객체(바지선, 배 등)도 학습시켜 조류와 구분된 객체를 인식하도록 알고리즘을 설계한다.

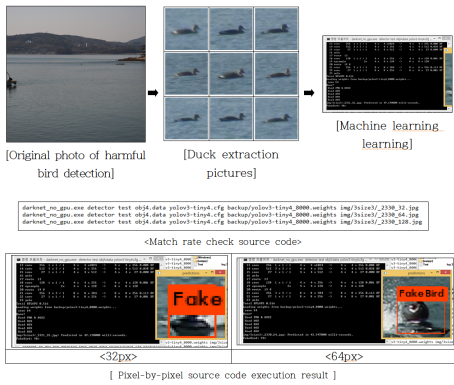


그림 3. 유해조류 머신러닝 학습 구성도
Fig. 3 Harmful bird machine learning structure diagram

2.4 유해조류 위치 측정 알고리즘

1단계로 위치 DB를 구축한다. 설치될 양식장에 미리 드론을 이용해 양식장의 위치 정보를 데이터베이스로 구축하는 단계이다. 카메라 두대를 이용해 촬영된 드론의 사진상 객체 위치 및 각도, GPS 위치 정보를 데이터베이스로 저장한다. 2단계로 위치 정보를 추출한다. 카메라 두대에 촬영된 유해조류의 사진상 객체 위치 및 각도를 이용해 데이터베이스에서 GPS 위치 정보를 추출한다[그림 4].

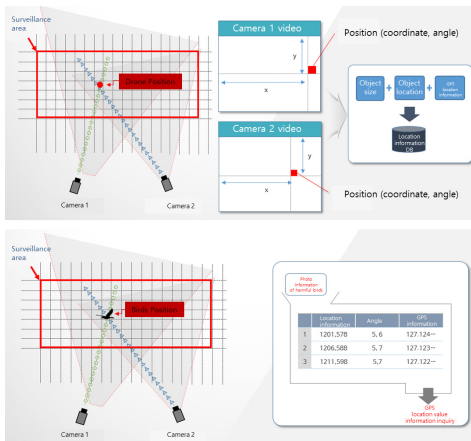


그림 4. 유해조류 위치 측정 알고리즘
Fig. 4 Algorithm for measuring the location of harmful birds

III. 유해조류 탐지 관제 시스템(SW) 개발

3.1 유해조류 탐지 관제 시스템(SW) 설계

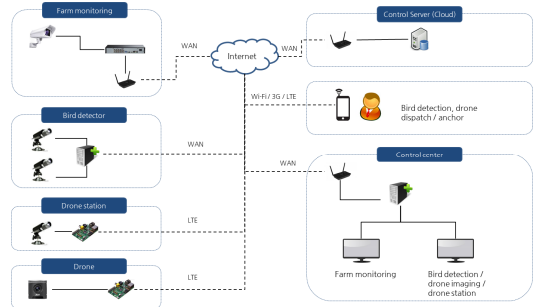


그림 5. 유해조류 관제 시스템 구성도
Fig. 5 Configuration of harmful bird control system

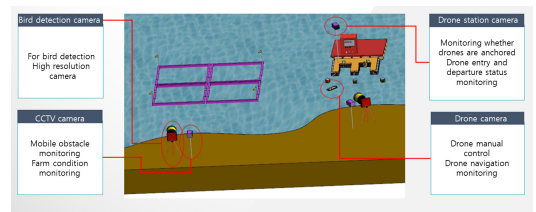


그림 6. 드론 및 양식장 모니터링 구성도
Fig. 6 Drone and farm monitoring diagram

영상 송신 절차는 우선 카메라와 라즈베리파이를 연결하여 영상을 촬영하고, 라즈베리파이에 LTE 모듈을 설치하여 영상을 송신한다. 그리고 관제 PC에서 라즈베리파이로 RTSP 프로토콜을 이용하여 영상 송출한다[그림 5]. 드론의 자율주행 기능 개발은 Pixhawk를 이용한 자율주행 기능 개발하고, LTE 모듈이 연결된 라즈베리파이를 이용하여 자율주행 경로 등의 데이터를 관제 PC로부터 수신하여 드론을 동작 시킨다. 드론의 동작 절차는 드론 출항 제어 모듈을 통해 조류 확인시 출항 명령을 내리고, 드론 원격 수동 제어 모듈은 드론 스테이션 정박을 하며, 긴급 중지 모듈은 이동 장애물 발견 시 운항을 중지한다. 자동운항 기능은 조류 퇴치 목적지와 복귀 지점까지 자동 운항하도록 설정한다. 만약, 배터리가 기준 값(예 30%)이내로 배터리가 남는 경우 컴백 시작 위치로 자동 이동하도록 설계하였다[그림 6].

3.2 유해조류 퇴치용 드론 (SW) 펌웨어 개발

자율주행을 위해서 해상의 고정 및 이동식 장애물을 드론 스스로 인지하고 회피하는 기능을 설계하였다. 고정식 장애물인 경우는 관제시스템에 장애물 영역의 GPS 값을 미리 입력해두고 드론 이동경로에 포함되지 않도록 경로 값을 재설정해서 회피하고, 이동식 장애물을 인지 및 회피하기 위해서 관제 CCTV에 이동형 장애물 (배 등)이 화면에 나타나는 경우 사람이 드론에 정지 명령 송신하고 드론은 즉시 멈추어 장애물과의 충돌을 예방하도록 설계하였다.

고정식 장애물 GPS위치를 확인가능하도록 상공 촬영 영상에 위치 값을 표시하고 고정식 장애물의 이름, 위도, 경도, 반경 등을 데이터로 DB에 등록하고 이에 대한 정보를 조회 할 수 있도록 SW를 개발하였다.

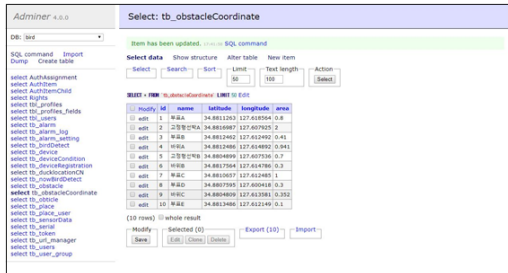


그림 7. 장애물 위치 등록된 데이터베이스
Fig. 7 Obstacle location registered database

IV. 실험 결과

본 연구에서 제안하는 머신러닝 시스템의 성능평가는 2가지 데이터 집합으로 진행하였다. 첫 번째는 CIFAR-10과 영상 수집모듈에 저장된 유해조류 데이터를 활용해 기존에 연구된 AlexNet과 VGGNet 모델 [4,11]과의 비교 및 분석을 통한 정성적인 평가를 진행하였다. 표 2는 각 모델에 대한 학습 환경이다.

표 2. LPA 사전승인 요청시 제출 사항

Table 2. IPA submit your request prior authorization

Model	Data set	Image size	Network depth	Number of labels
Study of [4]	CIFAR-10	36x36	8	10
Study of [11]		36x36	21	10
Study of propose		36x36	56	10
Study of [4]		256x256	8	2
Study of [11]		256x256	21	2
Study of propose		256x256	56	2

1) 첫 번째 성능평가에서는 32x32 크기의 CIFAR-10 데이터 집합을 입력으로 사용하여 기존 연구와 비교한다. 3가지 모델 모두 500 Epoch의 학습을 반복하였고, 0.01%의 학습률과 64의 Batch를 적용한다. 테스트데이터 검증 결과[4](AlexNet) 86.04%, [9](ResNet-44) 91.96%, 제안하는 모델은 92.57%로 기존 2가지 모델보다 향상된 성능을 확인할 수 있었다.

표 3. LPA 사전승인 요청시 제출 사항

Table 3. IPA submit your request prior authorization

Classification	Epoch	Train	Return Speed	Accuracy rate
Study of [4]	500	97.21%	4	86.04%
Study of [11]	500	99.83%	4	91.96%
Study of propose	500	99.94%	4	92.57%

2) 두번째 성능평가에서는 256x256 크기의 유해조류 데이터 집합을 입력하여 기존 모델과 비교하였다. 3가지 모델 모두 1000 Epoch의 학습을 반복하였고, 0.001%의 학습률, 200의 Batch를 적용한다. 테스트데이터 검증 결과[4](AlexNet) 67.4%, [11](ResNet-44) 80.9%, 제안하는 모델은 81.2%로 기존 2가지 모델보다 향상된 성능을 확인할 수 있었다.

표 4. LPA 사전승인 요청시 제출 사항

Table 4. IPA submit your request prior authorization

Classification	Epoch	Train	Return Speed	Accuracy rate
Study of [4]	1,000	74.51%	1	67.35%
Study of [11]	1,000	86.32%	1	80.87%
Study of [12]	1,000	78.82%	6	73.67%
Study of propose	1,000	87.02%	1	81.21%

V. 결 론

본 논문에서는 오리와 같은 유해조류에 의한 양식장의 피해를 방지하기 위해서 머신러닝 기반 해상용 드론 개발을 목적으로 한다.

우선, 해양에서 서식하는 조류 중에서 유해조류를 판단하기 위해 CNN기반 머신러닝 학습 알고리즘을 설계하였다. 유해조류의 위치 인식 및 추적을 위해 카메라에 라즈베리파이를 연결하여 관제 PC로 영상을 전송하도록 설계하였다. 모바일 기반 관제 센터에서 미리 맵을 제작하고 GPS 좌표를 연동한 후, 유해조류의 위치에 대한 GPS 위치값을 도출하여 설정된 위치로 해상용 드론이 출동하는 자율주행 해상용 조류 퇴치 드론 시스템을 설계 및 구현하였다. 딥러닝 시스템의 성능평가는 기존에 연구된 AlexNet과 VGGNet 모델[4,11]과의 비교 및 분석을 통해서 향상된 성능을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 해상용 드론에 대한 설계와 해상 스테이션, 그리고 유해조류를 퇴치하기 위한 아두이노로 개발된 확성기, 섬광 등에 대해서는 추후에 설명하고자 한다. 본 시스템은 효과적인 사용을 위하여 양식장에서 실증평가를 통해 기능들을 보완 중이며, 인공지능을 이용한 유해조류 판별 연구, 자율주행을 이용하여 신속하게 드론이 조류 위치로 이동하고 임무 후 복귀하는 연구를 개선하는 중이다.

감사의 글

이 논문은 2020년 순천대학교 학술연구비 (과제 번호 : 2020-0207) 공모과제로 연구되었음.

References

- [1] J. Woo, "Design and Implementation of Farm Pest Animals Repelling System Based on Open Source," *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 19, no. 2, 2016, pp. 451-549.
- [2] M. Bae, K. Kang, and W. Hong, "AI-Based Object Detecting and Tracking Integrated System," *The Korean Institute of Industrial Engineer*," vol. 19, no. 11, 2019, pp. 3249-3251.
- [3] J. Kim and Y. Shin, "A Study on Deep Learning-based Pedestrian Detection and Alarm System," *The J. of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 18, no. 4, Aug. 2019, pp. 58-70.
- [4] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks," *NIPS'12 Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems*, NV, US, 2012, pp. 1097-1105.
- [5] D. Lee, Y. G. Sun, S. H. Kim, I. S. Sim, K. S. Lee, M. N. Song, and J. Y. Kim, "Transfer Learning-based Object Detection Algorithm Using YOLO Network," *J. of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 20, no. 1, Feb. 29, 2020, pp. 219-223.
- [6] D. Lee, E. Cho, and D. Lee, "Evaluation of Building Detection from Aerial Images Using Region-based Convolutional Neural Network for Deep Learning," *J of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography*, vol. 36 no. 6, 2018, pp. 469-481.
- [7] D. Chung, M. Lee, H. Kim, J. Park, and I. Lee, "Development of Forest Fire Monitoring System Using a Long-Term Endurance Solar Powered Drone and Deep Learning," *The Korean Society For Geospatial Information System*, vol.28 no.2, 2020, pp. 29-38.
- [8] J. Kang, W. Seo, M. Rahimy, S. Kim, S. Park, and K. Choi, "Development of a small-scale unmanned helicopter system with object detection and collision avoidance capability using multiple sensors and artificial intelligence," *The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences*, Nov. 2019, pp. 542-543.
- [9] Y. Kim, S. Park, and D. Kim, "Research on Robust Face Recognition against Lighting Variation using CNN," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 2, Apr. 30. 2017, pp. 325-330.
- [10] J. Kong and M. Jang, "Association Analysis of Convolution Layer, Kernel and Accuracy in CNN," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 6, Dec. 31. 2019, pp. 1153-1160.
- [11] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition,"

- 2016 *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Las Vegas, NV, USA, 2016, pp. 770~778.
- [12] D. Chung, M. Lee, H. Kim, and I. Lee, "Development of the Real Time Marin Debris Detection System base on the Deep Learning and Drone Image," *Korean Society for Geospatial Information Science*, vol. 2019 no. 11, 2019, pp. 136-138.
- [13] S. Yoon, S. Cha, S. Hwang, and J. Jung, and S. Park, "Study on Effective Micro-Doppler Feature for Classifying Drones and Birds," *Korean Institute of Information Technology*, vol. 17, no. 4, 2019, pp. 99-108.

저자 소개



심현(Hyun Sim)

1997년 원광대학교 무역학과 졸업
(경영학사)

2009년 순천대학교 대학원 컴퓨터
과학과 졸업(이학박사)

2017년~2020년 순천대학교 산학협력단 산학협력전
담교수

2020년~현재 순천대학교 산학협력단 조교수

2020년~현재 순천대학교 산학협력교육센터 센터장

※ 관심분야 : 인공지능, 블록체인, 교육콘텐츠

