

과제구분	기본	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
인공지능의 농업적 활용 기술 개발		미래농업	'17~	농업기술원 원예연구과	이영석
인공광을 이용한 스마트팜 조류 퇴치 기술 개발		미래농업	'20~'21	농업기술원 원예연구과	이영석
색인용어	녹색광 레이저, 영상 처리, 인공지능, 조류 퇴치				

ABSTRACT

This study attempted to develop a bird identification algorithm through collecting bird image data and artificial intelligence-based learning using image sensing technology. In addition, we tried to study efficient bird eradication technology through the establishment of an automated network system.

As a result, a bird identification algorithm was established to detect changes in bird behavior by linking artificial intelligence systems. Using the developed algorithm and IoT technology, a bird exterminator corresponding to bird learning ability was developed. The developed bird exterminator also adopted Green laser of 50mW (grade 3B) to effectively combat birds and minimize human casualties, and the magpie recognition rate was 89%, allowing light irradiation up to 12m, and the green light laser reached up to 50m.

Key words : Green Laser, Image Processing, AI, Bird repeller

1. 연구목표

최근 야생동물로 인한 농작물 피해가 심각하여 2018년도에는 야생동물로 인한 농작물 피해액이 118억 원에 이르렀으며, 이중 36%가 조류로 인한 피해였다. 이를 최소화하기 위한 다양한 시도가 진행되었으나 조류의 학습 능력으로 인해 효과가 미비한 실정이다(이철원 등, 2019). 또한 전기 목책기, 덫 등 적극적 방식은 인명 피해를 유발할 수 있어 조류의 행동을 식별·판단하는 선별적 조치 방법이(Christopher) 요구되고 있다.

오늘날, 기하급수적으로 인공지능 기술이 성장하고 있으며 대량의 오픈소스 딥러닝(Yann LeCun, 2015)이 공유·배포되고 있다. 오픈소스 플랫폼 활성화는 컴퓨터 보드, 통신 모듈, 소형 MCU칩과 같은 하드웨어와 SSD, IDE와 같은 소프트웨어에 대한 진입 장벽 완화를 가져왔으며 인

공지능과 오픈소스를 접목시켜 새로운 기술들과 다양한 기기들(조용준 등, 2020)을 쏟아냈다.

본 연구는 이미지 센싱 기술을 활용하여 조류 영상 데이터를 확보하고 인공지능 기반의 학습을 통한 조류 식별 알고리즘(이철원, 2019)을 개발하여 효율적인 조류 퇴치 기술을 개발하기 위해 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 기기 설계 및 구성

PCB와 카메라 센서가 장착될 합체, 인공광 제어부를 결합한 형태로 만들기 위해 인공광 제어부는 스케치로 설계도를 작성하고 3D프린팅 도면으로 기구 제작을 하였다(그림 1). 3D 도면은 AutoCAD사의 123D의 프로그램을 사용하였다. 조류 퇴치기의 인공광 제어부는 상하 좌우로 제어되어 움직이는 타입으로 메인 모터가 신호를 받아서 몸통이 좌우 이동 후 인공광 고정 기구가 상하로 조정되어 인공광이 유해조류에 발사되도록 설계를 하였다.

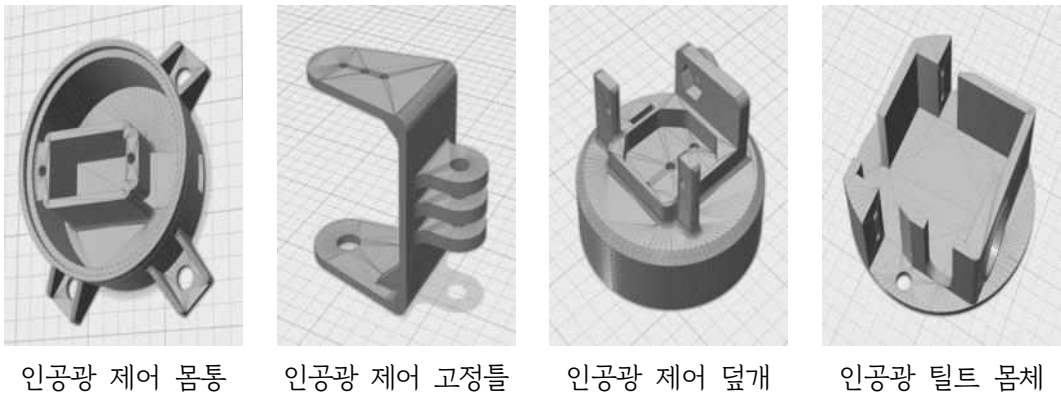


그림 1. 인공광제어부 3D형상

조류 퇴치기의 부분 도면을 이용하여 인공광 제어 몸통, 인공광 제어 고정틀, 인공광 제어 덮개, 인공광 틸트 몸체를 설계하였으며 3D프린터로 조류퇴치기용 조형물을 그림 2와 같이 제작하였다.



그림 2. 3D 프린터기를 활용한 조류퇴치기 조형물 제작

방수/방진, 강풍에 강하고 정전기, 낙뢰 방지 기능이 있는 합체(표 1)로 선정하였다. 인공광은 조류 퇴치에 특성이 있는 녹색광으로 선정하였다. 녹색광 레이저의 자세한 제원은 표 2와 같다.

조류 퇴치기 팬/틸트 테이블 구동용 보드(우종호, 2016)는 JETSON NANO 보드 (Sabir Hossain, 2019)에 장착되어있는 I/O 단자의 3.3V를 5V로 승압하여 사용하였고, 결선의 단순화를 위한 전용 PCB를 제작하였다. 조류 퇴치기 팬/틸트 테이블 구동용 보드의 자세한 제원은 표 3과 같다.

표 1. 조류 퇴치기 합체 제원

팬/틸트 테이블	제 원
	<p>방수/방진</p> <p>전원부/컴퓨터부 탑재</p> <p>비전센서를 위한 윈도우</p> <p>기둥 및 폴대 장착가능</p>

표 2. 조류 퇴치 인공광 제원

레이저 다이오드	제 원
	파장 : 532nm 출력 : 50mW * 전압 : 5V 크기 : 22*70mm 레이저 반경: 14~16mm 작동온도 : -40 ~ 80°C

* 3B등급, 인체에 직접 조사하면 위험, 가시광선/비가시광선, 5 ~ 500mW

표 3. 조류 퇴치기 팬/틸트 테이블 구동용 보드

레이저 On/Off, 2x 서보모터 구동용	제 원
	Jetson Bd 확장핀 연결 GPIO 1Ch, I2C 녹색광 레이저 4P 서보 모터(MICRO SERVO 9g) 2P 구동용 외부 5VDC 공급 가능

나. 조류 식별 알고리즘 구축

크롤링(Google 등), Youtube frame 분할, 직접 촬영(까치 박제)을 통해 딥러닝 학습용 이미지 57,338 장을 확보하였다. CVAT(Computer Vision Annotation Tool) 프로그램을 사용하여 라벨링 작업을 진행하였으며 이미지 분석(Roeland T'Jampens, 2016) 인공지능 모델 SSD(Single Shot Detection)를 사용하여 조류 식별 알고리즘(나웅환,2019)을 구축하였다.



조류 데이터 수집



CVAT 라벨링

그림 3. 조류 데이터 수집 및 라벨링

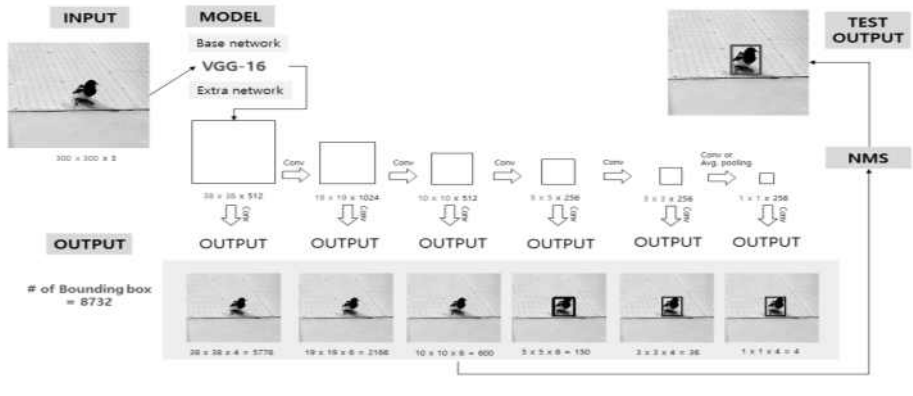


그림 4. SSD(Single Shot Detection) 알고리즘

다. 조류 퇴치 기술의 스마트팜 적용 시험

적용시험은 경기도농업기술원 관사 앞 시험장과 경기도 평택시에 위치한 과수원에서 진행하였으며, 시험 조류로 까치를 사용하였다. 통제 환경 조성을 위해 가로 8m, 세로 12m, 높이 4m 규격의 그물망을 시험장에 설치하였으며, 자세한 통제 변수는 표 4와 같다. 또한 조류 침입에 따른 광 설정값을 도출하기 위해 시험장에서 매주 1회 조류 침입에 따른 조류 인식률을 평가하였으며, 현장 적용 예찰을 위해 과수원에서의 조류 인식 평가와 조류 행동 패턴 수집을 실시하였다.

표 4. 조류 퇴치 시험장 환경

조류 퇴치 시험장	항 목	비 고
	그물망*	가로 8m, 세로 12m, 높이 4m
	공극크기*	측면 5mm, 천장 20mm
	거 리**	0.5m / 1m / 2m / 5m / 12m/
	각 도**	0° / 60° / 120° /180°
	고 도**	0m / 1m / 2m / 4m
	조류행동**	앉음 / 날개 펼침 / 비행

* 그물망 설치 규격

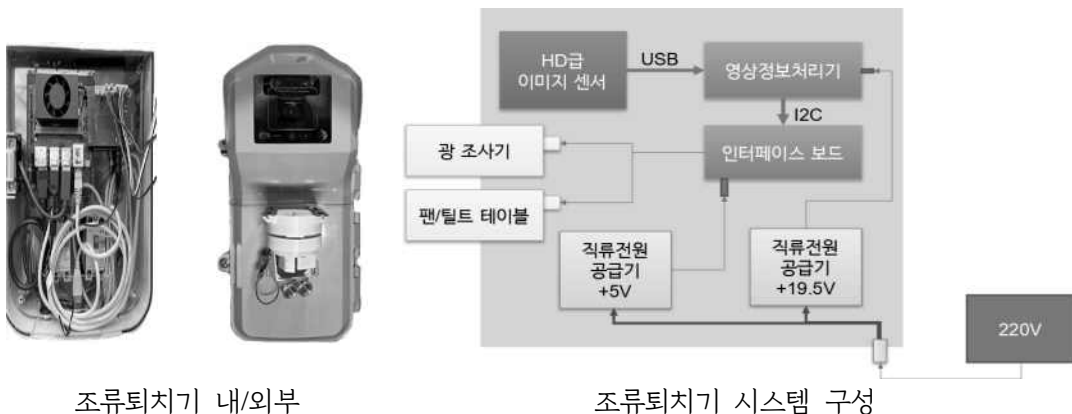
** 시험 통제 변인

3. 결과 및 고찰

조류퇴치기는 상용 전원(220V)으로 설계하여 실제 농가에서 활용할 수 있도록 하였으며, 4K/HD 카메라 모듈을 사용하여 조류 인식에 용이하도록 하였다. 50mW 녹색광 레이저를 채택하여 조류를 효과적으로 퇴치하고 인명피해는 최소화하도록 제작하였다. 조류 식별 알고리즘은 인공지능 모델 SSD를 적용하여 구축하였다. 저전력 무선 통신 방식을 통하여 조류 식별 데이터를 수집하고 실시간 모니터링이 가능하도록 설계하였다. 자세한 제원은 표 5와 같다.

표 5. 조류 퇴치기 제원

항 목	규 격	비 고
사용 전압	220V (상용 전원)	
카메라	4K/HD 급	
광조사	녹색레이저 (532nm, 50mW)	기본2개(최대4)
인공지능 모델	SSD(Single Shot Multibox Detector)	
구현 하드웨어	Nvidia사의 Jetson Xaiver NX	
통신방식	Wi-Fi, 1Gb Ethernet, USB	저전력
Size(W×D×H)	200(W) * 200(D) * 240(H)	단위[mm]
팬/틸트 테이블	이동속도:0.23sec/60°, 이동각도: 180°	



조류퇴치기 내/외부

조류퇴치기 시스템 구성

그림 5. 조류 퇴치기 개발 모형

현장 적용 예찰을 위해 경기도농업기술원 야외 시험장(조류 퇴치기 시험장, 평택 농가)과 실내 실험실(조류 퇴치기 모니터링실)에서 조류 퇴치 시험 영상 데이터를 확보하였다. 총 사진 4.08 GBytes와 동영상 64.6 GBytes를 수집하여 표6과 같이 자료를 구축하였다.

표 6. 까치 영상 이미지 수집 현황

항 목	구분	용량
야외 시험장	사진 데이터	4.08 GBytes (1067 files)
	동영상 데이터	64.3 GBytts (76 files)
실내 실험실	동영상 데이터	343 MBytes (35 files)

시험장에서 조류퇴치기의 인식과 퇴치 성능에 관한 시험을 진행한 결과, 야외 환경에선 태양광선 및 난 반사로 인한 오류가 발생하였다. 또한 화면좌표계와 Pan/Tilt 레이저 테이블의 구 좌표계가 중심에서 멀어 질수록 레이저 조사 불합치가 일어났으며, 이 현상이 0°, 180°에서 가장 크게 나타났다. 이에 차광막을 추가 설치하여 광 간섭을 완화하였으며, pin hole 모델을 적용하여 적정 방위각(87°)을 산출·적용하여 오류를 보정하였다(그림 6).



구 좌표계 사진



화면 좌표계 사진

그림 6. pin hole 모델 활용 보정

자연광과 인공광 하에 식별대상물과 조류퇴치기의 거리별로 시험한 결과, 인공광일수록 가까울수록 인식률이 높았으며, 최대 인식률은 89%였다. 또한 최대 12m 거리에서까지 까지인식이 가능하였으며 녹색광 레이저는 최대 50m까지 도달했다. 고도 2m에서 가장 높은 레이저 적중률을 보였으며, 조류 행동(앉음, 날개 펼침, 비행)은 인식에 큰 영향을 끼치지 않았다.

표 7. 거리별, 광별 까지 인식률

전체 화면			
관심 영역 확대			
	야외 시험장 (임계치 18%)	야외 시험장 (임계치 19%)	실내 실험실 (임계치 20%)

평택농가에서 영상 데이터 수집과 현장 적용시험을 실시하였다. 야외 조류 퇴치장보다 인식률 저하가 일어났다. 이는 현장 과수원 특성 경사지에 위치해 방위각이 일정치 않고 나무 그림자와 직사광선으로 인해 카메라 집광 악화가 일어나 좌표 오류가 나타나 최대 12m 거리에서까지 인식이 되었다.



조류 퇴치기 과수원 설치



조류 퇴치기 수집 영상

그림 7. 평택농가(과수원) 현장 시험

야외 현장 인식을 저하로 최대 까치 인식 거리가 12m로 야외 과수원 거리를 인식하기에는 짧은 거리이다. 본 연구를 바탕으로 까치와 같이 빠르고 작지 않은 멧돼지와 고라니를 인공지능 학습한다면 인식 거리를 늘릴 수 있고 시스템 개발 효과가 향상될 것이다.

4. 적 요

인공지능과 IoT 기술을 적용하여 조류의 학습능력에 대응 가능한 인공광 조류 퇴치기를 개발하였다.

- 가. 사물 인식 기술과 인공지능 시스템을 연동하여 조류의 행동 변화를 감지하는 조류 식별 알고리즘을 구축하였다.
- 나. 50mW 녹색광 레이저(3B 등급)를 선택하여 조류를 효과적으로 퇴치하고 안전성을 고려하여 최적 용량을 선택하였다.
- 다. 광조사가 가능하였으며 녹색광 레이저는 최대 50m까지 도달하였고 까치 인식률은 89%로 인식거리는 최대 12m 거리까지 유효하였다.
- 라. 연구를 바탕으로하여 멧돼지, 고라니 등 유해 조수를 퇴치하는 장치를 개발하고자 한다.

5. 인용문헌

- Christopher J.W., McClure, Luke Martinson, Taber D.Allison. 2018. Automated monitoring for birds in flight: Proof of concept with eagles at a wind power facility. *Biological Conservation* 224: 26-33
- 홍형길, 조용준, 우성용, 송수환, 오장석, 윤해룡, 김대회. 2019. 조류 퇴치 시스템의 설계 및 구현. *한국기계가공학회지* 18(8): 104-109
- 조용준, 윤해룡, 홍형길, 오장석, 우성용, 송수환, 김동우, 강민수, 서갑호, 이영태, 조재두. 2020. 유해조류 퇴치 효과 향상을 위한 퇴치시스템 개선. *한국기계가공학회지* 19(8): 15-21
- 우종호. 2016. 오픈소스 기반의 농작물 유해 야생동물 퇴치 시스템의 설계 및 구현. *멀티미디어학회논문지* 19(2): 451-459
- 이철원. 2019. 유해조류의 적응을 방지하기 위한 딥러닝과 강화학습을 활용한 퇴치 시스템의 구현. *국내박사학위논문 건국대학교*
- 나웅환, 김응태. 2019. 임베디드 시스템용 Single Shot Multibox Detector Model 기반 적외선 열화상 영상의 객체검출. *한국방송공학회 2019년도 하계학술대회논문집*: 9-12
- Roeland T'Jampens, Francisco Hernandez, Florian Vandecasteele, Steven Verstockt. 2016. Automatic detection, tracking and counting of birds in marine video content. 6th International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA)

Sabir Hossain, Deok-Jin Le. 2019. Deep Learning-Based Real-Time Multiple-Object Detection and Tracking from Aerial Imagery via a Flying Robot with GPU-Based Embedded Devices. Sensor(Basel, Switzerland) 19(15): 3371(1-24)
 Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton. 2015. Deep learning. Nature 521(7553): 436-480

6. 연구결과 활용제목

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						20	21
인공광을 이용한 스마트팜 조류 퇴치기 기술개발	책임자	원예연구과	농업연구사	이영석	세부과제 총괄	○	○
	공동연구자	원예연구과	"	정현경	자료분석	○	○
		"	"	박남원	"	○	○
		"	농업연구관	정윤경	목표관리	○	○
		"	"	원선이	"	○	○
		작물연구과	"	전명희	자료분석	○	-
연구개발국	"	조창휘	연구자문	○	-		