

영상 객체 인식을 이용한 꿀벌 모니터링 시스템 구현

정찬호, 김민정, 류지수, 최병조

인천대학교

jjccoo11, kmmjj1106, wltn2s, bjc97r@inu.ac.kr

Implementation of the Honeybee Monitoring System using Object Recognition

Jeong Chan-Ho, Kim Min-Jeong, Ryu Ji-Su, Choi Byoung-Jo

Dept. of Embedded Systems Engineering, Incheon National University

요약

꿀벌은 농작물 화수분에서 매우 중요한 역할을 한다. 그런데 벌통 근처의 환경 변화나 날씨 변화, 일련의 사건 등으로 벌통 내의 개체 수가 감소해도 소유자가 그 사실을 쉽게 파악하기 힘들다. 본 논문에서는 꿀벌통의 실시간 영상 모니터링 및 분석을 통해 꿀벌의 개체를 인식하여 꿀벌통을 출입하는 꿀벌들의 개체 수를 파악할 수 있는 시스템을 제안하고 구현한다. 이 시스템은 리눅스 운영체제를 기반으로 하며 YOLO V3의 Darknet 프레임워크를 통해 벌 한 마리당의 객체를 식별 및 추적하여 하루마다 출입하는 꿀벌의 수를 파악한 후, 일정 이상의 개체 수가 돌아오지 않으면 벌통의 소유주에게 알림 메시지를 송신한다. 이 시스템을 통해 꿀벌통의 소유주들이 꿀벌 개체의 급격한 변화에 대한 문제들에 조금 더 빠르게 대응할 수 있을 것으로 기대된다.

I. 서론

오늘날 환경파괴로 인해 꿀벌이 급속히 줄고 있다. 실제로 아르헨티나의 꿀벌을 조사한 논문에서 따르면, 전 세계적으로 꿀벌이 크게 감소하고 있고, 아르헨티나에서 15~16년 동안에 총 16.9%의 꿀벌이 감소했다고 한다. 또 다른 논문에서 따르면, 꿀벌의 감소가 일으키는 가장 큰 문제는 식량 자원 문제라고 한다. 실제 식량 생산량의 80% 이상이 꿀벌의 수분활동에 영향을 받기 때문에 꿀벌이 줄어들 경우 그 문제로 이어질 수 있다는 것이다. 이와 같이 꿀벌의 개체수 감소는 인류의 위기라고 할 수 있다. 그러나 벌통 내의 개체 수가 감소해도 소유자가 그 사실을 파악하기는 어렵다.

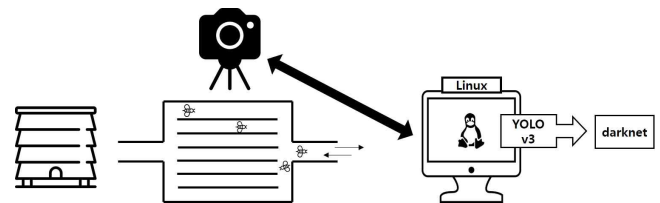
따라서 본 논문에서는 시간마다 실시간 모니터링을 통한 객체 인식을 활용하여 영상 내의 벌들을 객체 인식 및 카운트하여 벌통의 밖과 안을 드나드는 벌들의 개체 수를 파악할 수 있는 시스템을 제안한다. 이 시스템은 Linux 운영체제에서 YOLO V3의 darknet 프레임워크[1, 2]를 통해 벌 한 마리당 객체를 식별, 추적해 하루마다 드나드는 벌의 수를 파악한 이후, 일정 기준 이상의 개체수가 감소할 경우 벌통의 소유주에게 인지도 제공한다. 이 시스템을 벌통에 사용할 경우 벌통의 소유주들이 위협이나 문제에 빠르게 대응이 가능해 벌들의 개체 수 감소를 막을 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문에서는 이러한 벌통 안에서의 꿀벌 움직임 추적 시스템을 이용하여 문제들에 대응해 보고자 한다.

II. 본론

2.1. 시스템 전체 구조

벌통 안에서의 꿀벌 움직임 추적 시스템은 크게 두가지로 나뉜다. 벌통과 벽 사이에 설치해 놓은 아크릴 통로에서 벌들이 지나가는 실시간 영상을 받아오는 카메라 부, 그 영상을 받아 Linux OS를 사용하고 있는 PC에서 실시간으로 영상처리를 진행하는 컴퓨터로 구성되어 있다. 시스템 전

체 구조는 (그림 1)과 같이 나타낼 수 있다.



(그림 1) 꿀벌 출입 모니터링 시스템 전체 구조.

2.2. 프로그램의 동작 과정

Linux OS의 PC는 연결되어 있는 Web Camera를 이용하여 실시간으로 영상을 촬영하고, 꿀벌들이 움직이는 동영상상을 일련의 이미지 데이터들로 받아온다. 미리 꿀벌들의 이미지 900장을 통해 YOLO V3 아키텍처의 Darknet framework에서 yolo_v3 모델을 사용하여 학습시킨 weight를 이용해 들어오는 영상을 실시간 객체 인식 및 움직임을 파악한다.

2.3. 하드웨어 제작 과정

벌들이 지나가는 통로를 제작하기 위해 아크릴과 레이저 커팅기를 이용해 제작하고, (그림 2)와 같은 순서로 하드웨어를 바꾸어 나갔다. 맨 왼쪽과 같이 한줄로 통로를 만들었을 때에는 너무 많은 벌들이 들어오거나 나갈 때에 겹치는 벌들의 수가 많아 객체 인식이 잘 되지 않는 문제가 발생했다.

이를 해결하기 위해 여러 줄로 나뉘어서 들어가는 두 번째 구조로 바꾸었지만, 채광의 문제와 아크릴 판 밑의 구조가 이미지에 그대로 반영되어 모델의 정확도가 떨어지는 문제가 발생했다. 이를 해결하기 위해 흰색 도화지를 아크릴 판의 밑의 붙임으로써 채광과 여러 조건들을 잡고자 했고, 정확도의 상승을 실제로 볼 수 있었다.

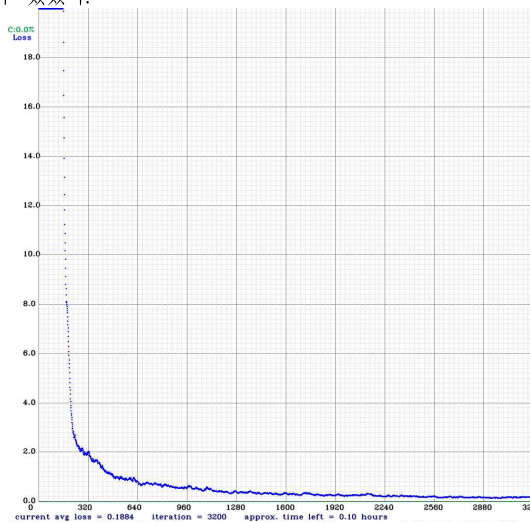


(그림 2) 꿀벌 출입 모니터링 시스템 통로 구조 변화

2.4. 가중치 생성 과정

PC에서 돌리기에는 성능과 여러 면에서 YOLO V4가 V3에 비해 월등히 좋았지만, 결과물을 낼 때에는 Jetson Nano Xavier을 사용하기 위해서 사양에 맞게 가중치를 제작하기 위해 YOLO V3 아키텍처를 사용했다. darknet framework에서 YOLO V3를 통해 학습시키기 전, labeling 과정에는 2800장의 이미지를 이용했다. 이중 이미지에 벌이 없는 사진이거나 벌 한 마리의 몸 중 90% 이상이 나오지 않았을 때는 벌이 없는 사진이라고 판단해 남은 900장의 사진을 가지고 labeling을 진행했다.

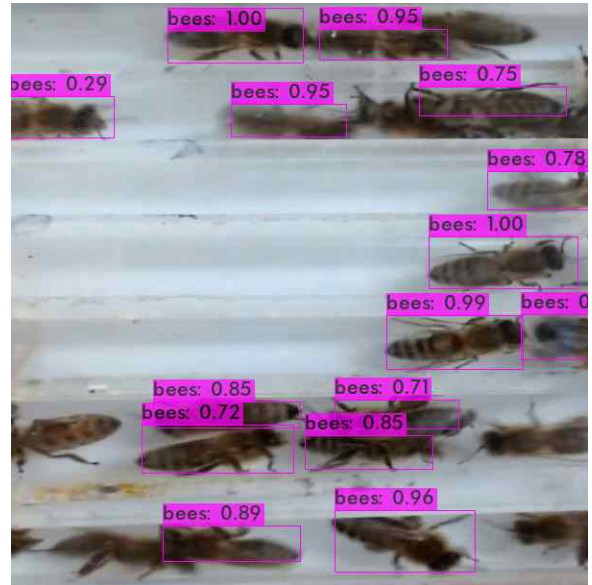
Linux에서는 YOLO_mark라는 툴을 통해, 윈도우에서는 labeling라는 프로그램을 통해 진행했고, 이후 labeling을 통해 나온 txt 파일과 이미지들을 이용해 test data를 700개, valid data를 100개, test data를 100개 설정하여 학습을 진행하였다. bee라는 class 1개를 학습시키는 과정을 진행해야 하기 때문에, YOLO V3 cfg파일의 내용을 class 1개를 기준으로 학습시키도록 수정했고, 3200번의 epoch를 통해 학습 결과 loss를 0.2까지 줄일 수 있었다.



(그림 3) 가중치 학습에 따른 loss 그래프

III. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구를 통해 기본적인 벌통 안에서의 꿀벌 움직임 추적 시스템을 성공적으로 구현하였다. 다만 완성된 가중치를 통해 객체 인식의 정확도를 파악하던 도중, (그림 4)와 같은 문제를 볼 수 있었다. 2.3. 을 통해 하드웨어를 고쳐 벌들이 동시에 들어가는걸 막고자 했음에도 들어가는 경우가 있어 때문에 에러가 발생하는게 문제점으로 판단되었는데, 이는 벌이 겹쳐 있는 학습 데이터를 추가함으로써 보완할 수 있다고 판단했다. 본래 1개의 class를 객체 인식 하기 위해 2000장의 이미지를 사용해야 좋은 모델을 얻을 수 있다고 공부하였는데, 학습 이미지를 늘림으로써 더욱 정확한 모델을 얻어야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.



(그림 4) 모델 인식 오류 이미지

이번 연구를 통해 객체 인식을 통해 벌의 움직임을 파악할 수 있었지만, 웹캠으로 동영상을 받아 왔을 때에, 프레임별로 계속 인식하는 방식이기 때문에 벌의 출입 마리수를 체크하는 것에 제한이 있었다. 벌들이 겹쳐 있다가 다시 나뉘어 졌을 때 벌들의 인식률도 떨어진다는 문제가 존재했는데, 이 문제들에 대해 고민하던 도중, deep sort 알고리즘을 사용하는 것을 생각해볼 수 있었다.

Deep sort 알고리즘은 객체가 이동하는 것을 계속 따라가면서 detect 하는 것을 구현할 수 있는 알고리즘이다. 현재 가지고 있는 YOLO V3의 darknet framework의 가중치만 있으면 deep sort의 YOLO V3 버전에서 그대로 이용할 수 있었고, 본 연구와 동일하게 모델을 수정하여 사용하는 식으로 연구를 진행할 수 있을 것으로 판단된다. 객체가 따라가면서 인식을 한다면 한 객체가 들어와서 나갈 때 까지 각각의 객체로 인식되기 때문에, 위의 두 제한 사항들을 해결할 수 있을 것으로 예상되며, 앞으로 이를 통해 개선해 나갈 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ014762)의 지원에 의해 이루어진 것임

참 고 문 헌

- [1] 박규민, 김영우, 강석준, 한동석, "YOLO 검출 시스템을 활용한 보행자 검출 시스템". 한국통신학회 학술대회논문집, 2017, 507-507
- [2] 김준광, 손국진, 정우영, "Yolo v3 기반 골프장 환경 장애물 인식 방법", 한국통신학회 학술대회논문집, 2020, 1164-1165
- [3] 김경훈, 강석주, "딥러닝 기반 실시간 다중 객체 추적 시스템", 한국방송 • 미디어공학학회 학술대회논문집, 2019, 240-241