

## 다중 레이블 분류를 이용한 과실 속도 감별 시스템

최영은, 신수용

제어및로봇전공, IT융복합공학과

국립금오공과대학교

choiye1122@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

## Fruit maturity discrimination system using multi-label classification

Yeong Eun Choi, Soo Young Shin

Major of Control and Robot Engineering, Department of IT Convergence Engineering

Kumoh National Institute of Technology

## 요 약

본 논문은 딥러닝 기법 중 하나인 분류(Classification) 기법에서 더 발전된 두 개 이상의 클래스로 분류하는 다중 레이블 분류를 통해 과일의 종류와 속도를 감별하는 시스템을 제안한다. 이를 통해 농업 분야에서 품질이 높은 과실을 수확하는 로봇으로 응용하여 노동력 부족 문제를 해결하고자 한다.

## I. 서 론

본 논문은 노동력이 부족한 농업환경에서 마니플레이터(로봇팔)가 부착되어 있는 지상로봇이 과일의 상태를 파악하여 수확할 수 있도록 하는 과일 속도 감별 시스템을 제안한다. 농업 노동력의 적정 수급 예측 모형 연구에 따르면 농가수는 연평균 1.4%씩 줄어 2000년(약 138만)부터 2021년(약 103만)까지 25.5% 감소하였으며 그에 따라 농가인구도 2000년 약 403만 명에서 2021년 약 222만 명으로 감소하였다[1]. 농가인구 감소와 더불어 코로나19 발생으로 인한 외국인 근로자 입국 제한으로 농업 노동력 부족 현상은 심각한 사회문제로 자리를 잡았다. 따라서 농업인력의 수요가 증가하는 가운데, 로봇기술과 인공지능 기술이 많이 개발되고 있는데 그 예로 로봇팔 기반 3차원 위치 결정으로 과실을 수확하는 로봇과 자동 과일 선별 및 적재 등이 있다. 또한 자율주행 이앙기 및 자율주행 트랙터 등 자율주행 기술을 활용한 정밀 농작업으로 생산성을 향상하고 있다[2].

본 논문에서는 다관절 팔이 장착되어 있는 로봇으로 품질이 향상된 과실을 수확하기 위해 딥러닝(다중 레이블 분류)을 이용하여 과일의 속도를 판별하는 연구를 통해 무인작업이 가능하도록 한다.

## II. 본 론

본 논문의 과일 속도 감별 시스템은 웹캠으로 과일의 종류를 구분하고 속도를 감별하는 시스템이며 이 두 가지 정보를 얻기 위해 다중 레이블 분류를 이용한다[3].

## 1. 다중 레이블 분류(Multi-label Classification)

딥러닝 기법 중 하나인 분류(Classification)는 하나의 객체에 대하여 하나의 클래스로 구분하는 기법이며 다중 레이블 분류는 하나의 객체에 대하여 두 개 이상의 클래스로 분류하는 기법이다.

본 논문의 시스템에서는 과일의 종류와 속도를 구분하기 때문에 클래스를 과일의 종류와 익은 정도 두 가지로 설정하였다.

## 2. 구현

다중 레이블 분류의 학습을 위한 데이터 셋은 익은 토마토와 안 익은 토마토 그리고 적포도와 청포도 중 4개의 과일의 데이터(약 600여개)를 취합하였으며 익은 정도가 다른 과일이 많지 않아 적포도를 익은 포도, 청포도를 익지 않은 포도라고 가정하고 구현하였다.

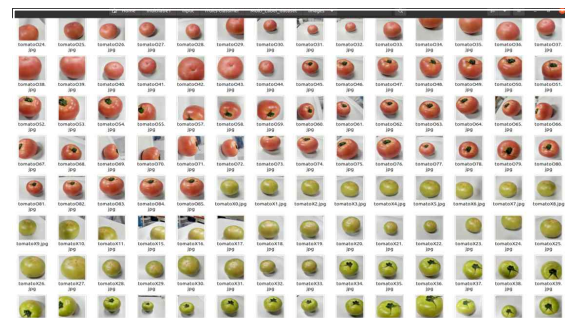


그림 1 데이터 수집

그림 1과 같이 다양한 각도에서 데이터를 수집하였으며 한 객체에 대한 정보를 두 가지의 클래스로 분류하는 전처리 과정을 거쳤다. 그리고 전체 과일 이미지 데이터 셋에 대하여 학습을 위한 이미지를 85%, 검증용 이미지를 15%로 나누었다.

학습에 사용되는 모델은 Pytorch 모델에서 사전 훈련된 ResNet50 딥러닝 모델이며 학습 파라미터 Epoch을 50으로 하고 batch size를 32로 설정하여 학습하였다. 다음 그림 2와 그림 3은 검증 이미지이며 그림 2는 익은 토마토 추론 결과로 tomato(토마토)와 ripe(익은)라는 값이 출력 되었고 그림 3은 익지 않은 토마토로 tomato(토마토)와 unripe(안 익은)라는 값이 출력 되어 GT값과 일치하였다.



그림 2 익은 토마토  
이미지 추론 결과



그림 3 안 익은 토마토  
이미지 추론 결과

그러나 실제로 과일을 수확하기 위해서는 실시간으로 객체 분류가 가능해야 한다. 그렇기 때문에 추론하는 알고리즘에서 이미지를 불러오는 부분을 웹캠을 통해 연속적으로 스냅샷을 불러오도록 변경하여 실시간 추론이 되도록 구현하였다. 또한 빠른 추론 속도를 위해 NVIDIA geforce RTX 3060 그래픽 카드가 장착된 노트북을 사용하였다.



그림 4 익은 토마토  
실시간 추론 결과



그림 5 안 익은 토마토  
실시간 추론 결과

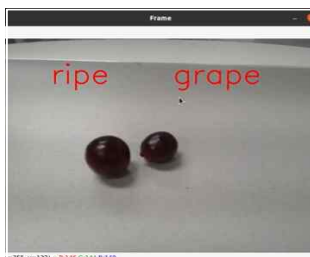


그림 6 익은 포도  
실시간 추론 결과

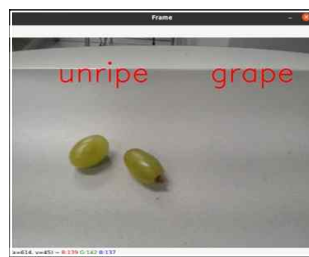


그림 7 안 익은 포도  
실시간 추론 결과

그림 4와 5는 익은 정도가 다른 토마토의 실시간 추론 결과이며 그림 4에서 tomato(토마토)와 ripe(익은)라는 값이 출력되었고, 그림 5에서 tomato(토마토)와 unripe(안 익은)라는 값이 출력되어 실제 값과 동일하였다. 또한 그림 6과 7은 익은 정도가 서로 다른 포도의 실시간 추론 결과이며 그림 6에서 ripe(익은)와 grape(포도)라는 값이 출력되었고, 그림 7에서 unripe(안 익은)와 grape(포도)라는 값으로 GT값과 일치하게 출력되었다.

### III. 결 론

본 논문에서는 무인작업으로 품질이 향상된 과실을 분류하기 위해 딥러닝을 이용한 과실의 숙도 감별 시스템을 구현하였다. 이 기술을 수확 로봇으로 응용한다면 농업 분야에서 노동력 부족 문제를 해결하는 효과를 기대할 수 있다.

본 연구는 적은 종류의 데이터를 수집하여 대체로 정확하게 추론이 되었지만 다양한 종류의 여러 가지 숙도를 가진 과일로 데이터로 수집한다면

정확도가 낮아질 우려가 있어 데이터 셋을 수집할 때 각 클래스에 대하여 균형 잡히게 수집을 하여 추론 결과가 편향되지 않도록 유의해야 할 것이다.

### ACKNOWLEDGMENT

“이 논문은 2022년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임”(2018R1A6A1A03024003)

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화핵심인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구 (IITP-2023-2020-0-01612) 및 2021년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2018R1A6A1A03024003)

### 참 고 문 헌

- [1]<https://www.gplib.kr/poc/www/view.do?key=1903277608341&docKey=2211183587574>
- [2]Sun Hee Seo, Ye Been Hwang, Changho Yun, Chan-woo Jeon. (2022). Development of an Obstacle Detection System based on Camera-LiDAR Fusion for Autonomous Tillage Tractor. 한국농업기계학회 학술발표논문집, 27(2), 146-146.
- [3]김무성. "딥러닝을 활용한 다중 레이블 분류 방법론." 국내 석사학위논문 국민대학교 비즈니스IT전문대학원, 2021. 서울