

# 딥러닝 기반 과일 불량 부위 검출 방법

김범창, 손현승, 최한석  
목포대학교 컴퓨터공학과

beomchang35@naver.com, hson@mokpo.ac.kr, chs@mokpo.ac.kr

## Detection Method of Fruit's Defective Areas based on Deep Learning

Beom Chang Kim, Hyun Seung Son, Han Suk Choi  
Department of Computer Engineering, Mokpo National University

### 요 약

최근 딥러닝 기술은 이미지에서 객체를 식별하는데 좋은 성능을 보여준다. 본 논문은 이러한 딥러닝 기술을 기반으로 과일의 불량 부위를 검출하는 방법을 소개한다. 본 연구에서는 영역기반 합성곱 신경망인 YOLOv4 모델을 적용하여 과일의 이미지들 중에서 불량 부위인 썩은 부위 및 흠집 영역을 검출한다. YOLO Mark를 사용하여 라벨링을 수행하고 딥러닝 모델 YOLOv4를 사용하여 학습 및 테스트를 진행한다. 총 2,400장의 이미지 학습 결과 배와 사과 불량 부위를 구분하여 검출해 내는 것을 확인할 수 있다. 딥러닝 기반의 과일 불량 부위 검출 방법을 통해 기존의 과일 분류 시스템 또는 엔트로피를 이용한 과일 불량 부위 제거 모델의 성능이 크게 개선될 것으로 기대된다.

### 1. 서 론

국내의 과일 생산 인구의 고령화로 인해서 노동력이 부족하고 날씨 및 환경 변화에 따라서 용수 부족 등으로 과일 생산 환경이 악화되고 있다. 계절별 불안정한 수급 구조를 가진 과일 분야의 경쟁력을 강화하기 위해서는 과일의 품질을 자동으로 선별할 수 있는 스마트 과일 품질 선별 시스템 개발이 필요하다[1].

스마트 과일 품질 선별 시스템[2]은 특정 과일에 광을 투사하여 측정 과일의 내부 입자로부터 반사되는 빛의 근적외선(NIR: Near InfraRed) 스펙트럼 분석과 영상처리를 통하여 과일의 당도, 수분, 산도, 크기, 흠집, 모양 등을 측정하여 과일 품질의 선별의 실시간 자동화 요구하는데, 과일의 흠집이나 썩은 부위가 있는 특정 과일은 스마트 선별기에서 미리 제거하여야 스마트 과일 품질 선별 시스템의 성능이 보장된다.

기존의 과일 흠집 검출 방법은 과일 영상으로 으로부터 흠집에 영상 특징을 추출하여 흠집 부분을 검출하는 데 비슷한 영상 분포 및 대량의 영상 이미지로부터 검출의 어려움과 장시간의 시간이 소요 되는 문제점이 있다.

본 논문은 과일의 품질 선별 측정 성능을 개선하기 위해서 딥러닝 기반의 인공 신경망 학습 모델을 기반으로 과일의 불량 부위를 검출하는 방법을 소개한다. 영역기반 합성곱 신경망인 YOLOv4 모델을 적용하여 과일의 이미지들 학습한다. 학습 수행하기 전, YOLO Mark를 사용하여 라벨링을 수행한다. 총 2,400장의 이미지를 학습한 결과 배와 사과 불량 부위인 썩은 부분 및 흠집을 구분하여 검출해 내는 것을 확인할 수 있다. 딥러닝 기반의 과일 불량 부위 검출 방법을 통해 기존의 과일 분류 시스템 성능을 크게 개선할 것으로 기대한다.

### 2. 관련연구

딥러닝 기반의 과일의 분류는 다양한 연구가 수행되고 있다. 대표적인 사례를 소개하면 다음과 같다.

김영민(2021)[3]은 실시간으로 web-cam을 이용해 후숙 과일의 불량 여부를 판단, 분류하고 불량이 없는 후숙 과일의 이미지 분석을 통하여 숙성도 예측하는 시스템을 제안하였다. 이 방법은 YOLO 모델을 활용해 과일의 불량 여부를 판단 후 분류하고, segmentation된 정상적인 과일의 이미지에 대해 grabcut 알고리즘의 foreground-extraction을 사용해 배경 제거를 한 뒤, 색상 값의 면적을 비교하여 현재 숙성도를 계산하고 이를 이용해 과일의 후숙 시간 데이터와 비교, 숙성이 완료될 시간을 예측한다.

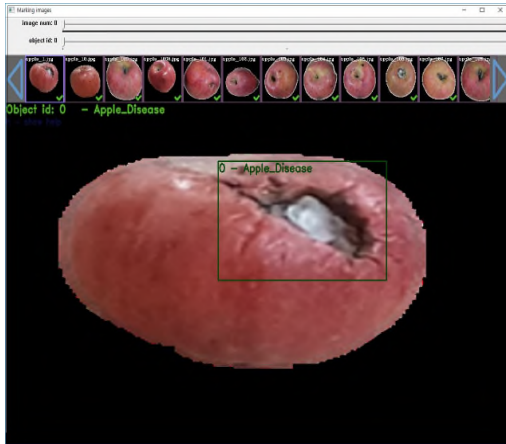
이희준(2020)[4]은 농작물의 품질관리에 기여하기 위해서 YOLOv3 알고리즘을 이용하여 복숭아의 불량을 검출할 수 있는 모델을 소개한다. 과일을 촬영한 동영상 이미지에 대하여 YOLOv3 알고리즘을 적용하여, 꼭지, 변색, 부패, 스크래치의 총 4개의 클래스를 정해서 학습을 진행하였고, 총 97600번의 epoch를 통해서 우수한 성능의 불량검출 모델을 얻을 수 있었다.

정수호(2018)[5]은 딥러닝 기술을 활용하여 과일의 품질을 분류하는 시스템을 소개한다. 사과의 이미지 데이터를 바탕으로 텐서플로우와 재학습된 Inception-v3 모델을 통해 과일 선별 시스템을 설계하고 성능을 평가하였다. 실험에 사용된 총 데이터 셋은 1280개의 과일 이미지 데이터이며, 학습 반복 횟수는 500번일 때 가장 높은 정확도를 보이는 것으로 확인되었다.

### 3. 딥러닝 기반의 과일 흠집 모델 학습

우선 딥러닝 학습을 위해 흠집이 있는 사과 1000장과

배 1400장을 각각 라벨링을 한다. 라벨링은 YOLO Mark 프로그램을 사용하여 진행하며, (그림 1)는 사과와 배의 흠집을 YOLO Mark에서 라벨링하는 모습을 나타낸다.



(그림 1) YOLO Mark를 이용한 사과와 배의 흠집 라벨링

#### 4. 과일 흠집 인식 실험 결과

YOLO v4 모델을 기반으로 하는 Darknet 신경망을 사용하여 사과와 배의 흠집 데이터 2400장을 약 40시간 동안 데이터 셋을 학습한다. 학습 환경은 Titan XP 12GB GPU를 가진 Intel i7-7820X 3.6GHz CPU, RAM 32GB, Windows 10 Pro 운영체제를 가진 서버를 사용한다.

딥러닝으로 학습한 데이터를 아래의 Object Detection 알고리즘의 성능으로 평가한다[6].

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{TP}{all\ detections}$$

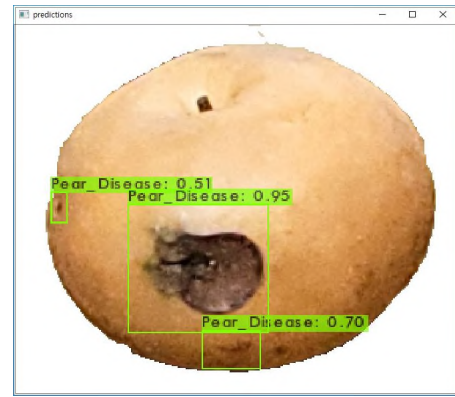
$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{TP}{all\ ground\ truths}$$

$$Iou = \frac{area(B_{gu} \cap B_p)}{area(B_{gu} \cup B_p)}$$

학습 결과는 Precision은 0.75, Recall은 0.39, F1 Score는 0.52로 나타났다. average IoU는 53.86% 확인되었으며, MAP는 46.43%의 결과를 보여주었다. (그림 2)와 (그림 3)는 학습 후 가중치를 사용한 테스트 셋의 인식 결과를 나타낸다.



(그림 2) 사과 흠집 인식 결과



(그림 3) 배 흠집 인식 결과

#### 5. 결 론

본 논문에서는 딥러닝을 사용하여 불량 과일을 검출 학습 및 테스트를 진행하였다. YOLO Mark를 사용하여 라벨링을 수행하였고 총 2,400장의 이미지를 YOLOv4를 통해 학습하였다. 그 결과 배와 사과와 불량 부위인 썩은 부분과 흠집 영역을 구분하여 검출해 내는 것을 확인할 수 있다.

딥러닝 기반의 과일 불량 부위 검출 방법을 통해 기존의 영상 처리 기술 또는 엔트로피를 이용한 과일 흠집 제거 모델의 성능이 크게 개선될 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2021년도 MNU대학혁신사업 교수-학생 융복합 연구 동아리 지원 사업의 연구결과입니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Han Suk Choi, Hong Seok Choi, Hyung Du Mun, "A Smart Fruits Quality Classification Hardware Design Using the Near-Infrared Spectroscopy and Image Processing Technologies", ICCV 2016, pp.9-10.
- [2] 최한석, 조제봉, 최승영, "스마트 과일 품질 선별 플랫폼 구조 설계", 『한국콘텐츠학회 춘계종합학술대회』, 2017. pp.97-98.
- [3] 김영민, 박승민, "딥러닝기반 YOLO를 활용한 후숙과일 분류 및 숙성 예측 시스템", 『한국컴퓨터정보학회 하계학술대회』 제29권 제2호, 2021. pp.187-188.
- [4] 이희준, 이원석, 최인혁, 이충권, "YOLOv3을 이용한 과일표피 불량검출 모델 : 복숭아 사례", 『Information Systems Review』 제22권 제1호, 2020. pp.113-124.
- [5] 정수호, 이명훈, 여현, "딥러닝 기반 과일 선별 시스템", 『한국지식정보기술학회 논문지』 제13권 제5호, 2018. pp.589-595.
- [6] <https://jonathan-hui.medium.com/map-meanaverage-precision-for-object-detection-45c121a31173>