

딥러닝 기반의 제품 포장에 인쇄된 유통기한 결합 검출 방법

이종운 · 정승수 · 유운섭*
한경대학교

Deep Learning-Based Defects Detection Method of Expiration Date Printed In Product Package

Jong-woon Lee · Seung Su Jeong · Yun Seop Yu*
Hankyong National University
E-mail : asanmusic@naver.co.kr

요 약

현재 식품 포장 및 박스에 인쇄된 유통기한 검사 방법은 일부 제품만 샘플링하여 사람의 눈으로 검사하는 방법이다. 이러한 샘플링 검사는 극히 일부분의 제품만 검사 가능하다는 한계를 지니고 있다. 따라서 카메라를 활용한 정확한 검사가 요구된다. 본 논문에서는 제품 포장에 인쇄된 유통기한 결합 검출방법에 인공지능 기술인 딥 러닝 객체인식 기술 모델을 제안한다. 제안된 방법으로는 딥러닝 객체인식 모델 중에 Faster R-CNN 모델을 이용해 인쇄된 유통기한을 검출을 학습하고 Faster R-CNN 방법을 이용해서 수집된 칼라이미지를 그레이 이미지와 이진화 이미지로 변환한 이미지에 대해 각각 성능을 비교하고 검출 성능을 확인한다. 딥 러닝 기술에 적용한 박스에 인쇄된 유통기한 검출 성능은 기존 비전 검사기의 검출 성능과 비슷한 검출 성능을 보였다.

ABSTRACT

Currently, the inspection method printed on food packages and boxes is to sample only a few products and inspect them with human eyes. Such a sampling inspection has the limitation that only a small number of products can be inspected. Therefore, accurate inspection using a camera is required. This paper proposes a deep learning object recognition technology model, which is an artificial intelligence technology, as a method for detecting the defects of expiration date printed on the product packaging. Using the Faster R-CNN (region convolution neural network) model, the color images, converted gray images, and converted binary images of the printed expiration date are trained and then tested, and each detection rates are compared. The detection performance of expiration date printed on the package by the proposed method showed the same detection performance as that of conventional vision-based inspection system.

키워드

Deep learning, Expiration date, Faster R-CNN, Vision inspection

1. 서 론

유통기한은 식중독이나 배탈 등의 신체적인 부분에 부작용을 일으키는 영향을 끼치므로 철저한 관리와 정확한 유통기한 기재가 필요하다. 식품 포장의 유통기한 표시방법에는 “제조일자표시제

도”와 “기한표시제도”가 있다. 우리나라는 모든 식품에 기한 표시를 하도록 규정하고 품질유지기한 표시제품을 제외한 모든 가공식품에 소비자에게 판매가 가능한 최대기간인 유통기한을 표시하도록 규정하고 있다[1]. 유통기한의 표시는 식품을 생산하는 공정 중 포장 단계 이후에 이루어지며 활자나 잉크를 사용하여 프린팅하는 과정으로 이루어진다. 이 과정에서의 오류로 인해 일부 상

* corresponding author

품의 유통기한이 잘못 프린팅 되거나 일부 지워져 소비자에게 전달되는 경우 재산적, 물적 피해로 돌아오기 때문에 정확한 검열이 요구된다. 본 논문에서는 제품 포장에 인쇄된 유통기한 결함 검출방법에 인공지능 기술인 딥 러닝 객체 인식 기술 모델 Faster R-CNN[2]으로 유통기한을 인식하는 방법과 기존 비전기반 검출 방법을 혼용한 방법을 제안한다.

II. 딥러닝 기반의 이미지 처리

2.1 영상처리(Gray-Scale)

영상처리(Gray-Scale)은 칼라 이미지를 영상처리를 통해 그레이 이미지로 변환한 상태인 것이다. 그레이 스케일 영상 정보에는 칼라 정보는 없고 0~255까지 밝기 단계를 표현하며 0에 가까우면 흑색, 255에 가까우면 백색, 중간 단계인 128은 그레이 이미지를 갖는다.

2.2 영상 이진화(Image binarization)

영상 이진화는 칼라 영상을 흑백으로 변환하고 변환된 흑백 이미지를 이진화 작업을 수행해 흑(1)과 백(0)으로만 밝기를 표현한 영상이다.

2.3 R-CNN

R-CNN은 Input image, Extract region proposals, Compute CNN features, Classify regions의 구조를 이룬다. 모든 Proposal은 CNN 과정을 거쳐야 하므로 연산량이 매우 많다.

2.4 Fast R-CNN

Fast R-CNN 구조는 모든 Proposal이 네트워크를 거쳐야 하는 R-CNN의 병목 구조의 단점을 개선하고자 제안된 방식이다. 각 Proposal들이 CNN을 거치는 것이 아니라 전체 이미지에 대해 CNN을 거친 후 출력되어 객체 탐지를 수행한다는 부분이 R-CNN과의 차이이다.

2.5 Faster R-CNN

Faster R-CNN은 Region Proposal Network라는 네트워크를 이용하여 병목현상을 해소한다. 기존의 Selective search 방법이 아닌 CNN(RPN) 방법으로 해결한다.

III. 유통기한 검사 방법

Faster-RCNN을 이용한 유통기한 검사는 1,378개의 포장 박스에 인쇄된 유통기한의 칼라 이미지, 그레이 스케일 이미지, 이진화 작업을 한 이미지를 수집하고 학습을 통해서 다음과 같은

순서로 진행한다. 첫 번째는 학습 이미지로 수집한 1,387개의 칼라, 그레이, 이진화 이미지를 유통기한에 표시된 숫자와 영문자에 대해 각각 라벨링 작업을 그림 1과 같이 진행한다. 두 번째는 라벨링 작업된 1,387개의 이미지를 Faster R-CNN으로 장시간 훈련을 통해 107,242회 학습된 파일을 생성하였다. 세 번째는 기본 카메라로부터의 칼라 이미지 검출, 칼라 영상을 그레이 전환 후 이미지 검출, 그레이 전환 후 이진화 작업한 이미지 검출 과정을 통해 Faster R-CNN 검출 성능 최적 상태를 학습하고 이미지에 대한 검출 성능을 학습한다.



그림 1. 라벨링 (칼라, 그레이, 이진화)

IV. Test 및 결과분석

Faster R-CNN을 활용한 최적의 결과를 얻기 위해 인쇄된 유통기한의 칼라, 그레이, 이진화 작업 이미지에 대해 훈련을 실시하고 1,000개 이미지를 검출하며 각각의 검출율을 그림 2와 같이 확인하였다. 검출 결과 칼라 이미지는 92.5%의 검출율을 보이며 숫자 4의 인식률이 다른 문자에 비해 낮다는 것을 알 수 있었다. 그레이 이미지는 99.7%의 검출율을 보이며 전체적으로 인식이 높게 형성되었지만, 숫자 4를 인식 못하는 경우가 발생하기도 했다. 이진화 이미지는 87.4%의 검출율로 가장 낮은 인식률을 보이며 이는 유통기한이 검게 나오는 현상이 검출에 영향을 미친 것으로 보인다. 이를 통해 그레이 이미지의 검출율이 가장 높고 이진화 이미지의 검출율이 낮은 것을 알 수 있으며 딥러닝 알고리즘을 활용한 최적의 결과는 그레이 이미지를 사용한 것이다.

| Image | Color | Gray | thresholding |
|-------|-------|-------|--------------|
| 1,000 | 92.5% | 99.7% | 87.4% |

그림 2. 1,000개 이미지 검출율

기존 검사 방법의 검출율과 딥러닝을 이용한 유통기한의 검출율은 비슷한 결과를 보인다. 보다 검출 성능을 향상하기 위해 그림 3과 같이 기존 비전 유무 검사 방법과 딥러닝 검사 방법을 병행한 방법을 제안한다.

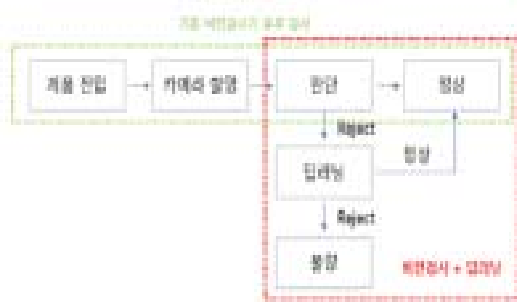


그림 3. 기존 결함 검출검사와 딥러닝 병행 검사 방법

그림 4는 기본 결함 유무 검사와 Faster R-CNN 방법을 병행한 방법으로 검출한 검출율의 일자별 결과를 나타낸다. 기존 비전 유무 검사 방법에서 정상 판단된 제품은 100% 검출되고 있으며 오동작 회수가 높게 형성되고 있다. Reject되는 제품을 딥러닝 기술을 적용하여 한번 더 검사하는 과정을 거쳐 이루어진다. 병행 검사에 대한 검출율과 정확도는 99.96%로 검출 성능이 향상되었다.

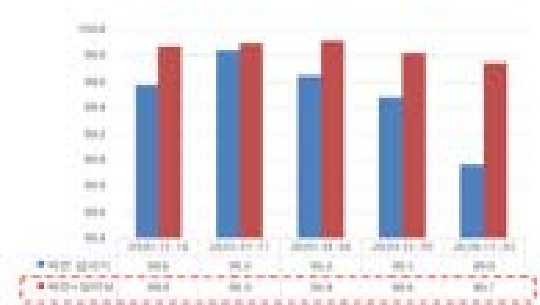


그림 4. 기존 결함 유무 검사방법과 딥러닝 방법을 병행한 방법의 검출율의 일자별 결과

V. 결 론

본 논문에서는 딥러닝 기반의 제품 포장에 인쇄된 유통기한 결함 검출 방법을 제안하였다. 딥러닝 중 Faster R-CNN 모델을 이용하여 칼라, 그레이, 이진화 이미지 중 가장 높은 검출율이 보이는 그레이 방법을 적용하여 인쇄된 유통기한 검출을 학습 후 테스트 했으며, 99.4%의 높은 검출 성능을 나타냈다. 기존 비전 검사기의 검출 성능 99.0% ~99.8%대 유사하다는 점, 외부 조도 값, 제품과의 거리와 같이 다양한 환경에 따라 검출 성능이 저하된다는 점이 발생되었다. 이를 보완하고자 기존 비전 유무 검사 방법과 딥러닝 기술을 같이 병행하는 방법을 적용하였으며 그 결과 99.9%까지 성능이 향상되는 것을 확인했다. 위 논문에서 연구한 Faster R-CNN 뿐만 아니라

YOLO 등을 적용하며 더 많은 자료로 훈련하는 것이 필요할 것이다.

References

- [1] 김우선, “권장 유통기한 설정 품목 확대를 위한 연구,” 한국보건산업진흥원, pp. 34-52, 2011.
- [2] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, “Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks,” *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 39, pp. 1137-1149, 2015. <https://arxiv.org/pdf/1506.01497.pdf>.