

물류 배송 박스 상태 판별 시스템

문창배¹⁾, 박정호²⁾, 김의준³⁾, 김대용⁴⁾, 서준하⁵⁾, 안건환⁶⁾, 오한슬⁷⁾, 이성목⁸⁾, 이성훈⁹⁾, 정석원¹⁰⁾

한국폴리텍VII대학 AI융합전자과

cbmoon@kopo.ac.kr¹⁾, {pgh4305, dmlwns2501, nchgai311, tjwnsgk1215, dksrjsghks123, roenfgenfg, rt198776, gs47ky, ilusia01}@naver.com²⁻¹⁰⁾

Inspection System for Logistics Delivery Box Defects

Chang Bae Moon¹⁾, JeongHo Park²⁾, Eui Jun Kim³⁾, Dae Young Kim⁴⁾, JunHa Seo⁵⁾, GeonHwan Ahn⁶⁾, HanSeul Oh⁷⁾, Seong Mok Lee⁸⁾, Seng Hun Lee⁹⁾, SeockWon Jeong¹⁰⁾

Department of AI Convergence Electronics, Korea Polytechnic VII (Changwon Campus)

요약

상품 배송에서 배송 박스의 파손은 고객의 마음은 불편할 수 있을 것이고, 이로 인하여 제품의 반송 역시 존재할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 컨베이어 벨트 시스템에 적용 가능한 CNN(Convolutional Neural Network)기반으로 물류 배송 박스의 상태를 판별하기 위한 시스템을 제안하였고, 시스템을 구축하였다. 구축한 하드웨어 시스템은 카메라 모듈, 검사기 모듈, PLC 모듈로 구성되고, 검사기 모듈에서 박스의 상태를 판별한다. 구축한 시스템을 활용하여 간단한 실험을 진행하였고, 실험결과, 본 논문에서 제안한 방법의 확장 가능성을 확인할 수 있었다.

I. 서론

온라인 거래의 증가로 인하여 택배 운송량 역시 증가하는 추세라 할 수 있지만 배송 박스가 파손된 상태로 제품을 수령 한다면 고객의 마음이 불편할 수 있을 것이고, 이로 인하여 제품 반송 역시 발생할 수 있을 것이다 [1]. 물류에서 배송 박스 불량과 관련된 내용을 정리하면 박스 크기 불량, 약한 포장재, 테이프 불량, 포장 미완성, 박스 상태 불량, 표기 오류, 물류 처리 중의 충격 및 떨어뜨림, 물류 장비 고장, 부실한 취급, 포장 부실 그리고 날씨 조건 등으로 분류할 수 있고, 테이프 불량, 포장 미완성, 박스 상태 불량, 물류 처리 중의 충격 및 떨어뜨림, 물류 장비 고장, 부실한 취급 그리고 날씨 조건 등이 박스 불량의 원인과 관련된 내용이라 할 수 있다.

박스 불량의 원인 중 테이프 불량과 포장 미완성은 부실한 테이프를 사용하거나 박스의 부실한 봉인으로 운송 중에 박스가 열려 파손되는 경우를 의미하고, 박스 상태 불량은 이미 손상된 박스를 재사용하거나 상품의 특성에 맞지 않는 박스를 사용하는 경우를 의미하고, 부실한 취급과 물류 처리 중의 충격 및 떨어뜨림은 상자가 다른 상자와 부딪히거나 떨어지거나 부주의하게 박스를 취급하는 경우를 의미하며, 물류 장비 고장은 자동화된 물류 처리 시스템에서 장비 고장이나 오작동이 발생할 경우, 상자를 다루는 로봇이나 컨베이어 벨트 등의 장비에서 상자에 무리한 힘이 가해 박스가 파손되는 경우를 의미하고, 마지막으로 날씨 조건은 비, 눈, 바람, 폭풍우 등의 날씨 조건으로 박스에 손상이 발생하는 경우를 의미한다.

기존 불량판별과 관련된 연구는 [1-4]등의 연구가 존재한다. [1]의 연구에서는 본 논문과 관련된 연구로 YOLO를 적용하여 박스 상태의 양호 또는 불량으로 두 개의 클래스를 분류하는 방법을 제안하였다. 하지만 본 논문에서는 물류 배송시 컨베이어 벨트에 적용 가능한 박스 상태 판별 시스템을 제안하였고, 시스템에 CNN(Convolutional Neural Network)을 적용하기 위해 양호와 불량 그리고 대기를 추가 하여 세 개의 클래스를 분류할 수 있도록 하였다. [2, 3]의 연구에서는 CNN기반에서 자동차 헤드라이트

의 불량 유무를 판별하는 시스템을 제안하였고, [4]에서는 불량 판별을 진행하기 이전 원형 기반 객체의 언라인 보정 방법을 제안하였다.

불량 판별에서 중요한 인자는 정확도 및 처리속도라 할 수 있다. 정확도는 입력된 박스의 불량유무를 파악하여 정확히 양호와 불량을 정확히 분류하는 것을 의미하고, 처리속도는 불량유무를 판별까지 소요되는 시간이지만 본 논문에서는 시스템 구축 후 이의 유효성 파악을 목적으로 시스템 구축 및 간단한 불량 유무를 판별 실험을 진행을 하였다.

II. 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 시스템은 Fig. 1과 같이 박스가 시스템에 입력되면 박스의 상태를 파악 후 박스의 상태에 따라 양호 또한 불량으로 구분하는 구조이다.

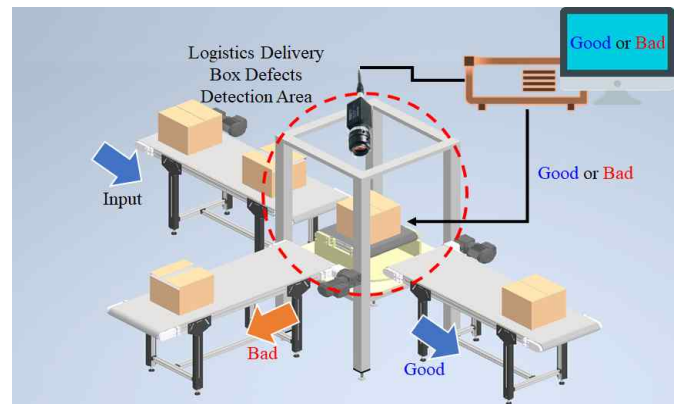


Fig. 1 Logistics Delivery Box Defects Detection System Structure

본 시스템은 검사기 모듈, PLC 모듈 그리고 카메라 모듈로 구성되고, 각 모듈의 기능은 다음과 같다.

- ▶ 카메라 모듈 : 박스 상태를 판별하기 위한 검사영역을 촬영하여 검사기 모듈로 영상을 송신
- ▶ 검사기 모듈 : 카메라 모듈로부터 영상을 수신, 수신한 영상을 이용하여 검사영역의 상태를 측정, 측정 결과는 대기, 양호, 불량으로 구분, 양호 또는 불량인 경우 이의 정보를 PLC 모듈로 송신
- ▶ PLC 모듈 : 검사기 모듈에서 양호 또는 불량을 수신하고, 양품인 경우 양품으로 분류하고 불량인 경우 불량으로 분류

III. 물류 배송 박스 상태 판별 방법

물류 배송 박스의 상태를 판별하기 위한 방법은 두 개의 프로세스로 구분된다. 그 첫 번째 프로세스가 학습 단계로 카메라에서 취득한 이미지를 CNN에 학습하는 프로세스이고, 두 번째 프로세스는 박스 상태를 판별(양호, 불량 그리고 대기)하는 프로세스로 Fig. 2와 같은 구조이다.

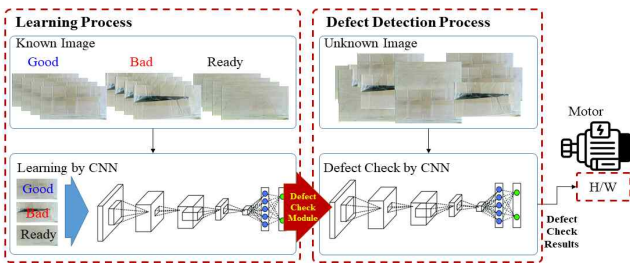


Fig. 2 Structure of Defect Checker Module

각 프로세스의 세부 내용은 아래와 같다.

- ▶ 박스 상태 판별을 위한 CNN기반 학습 프로세스 : 기존 제안된 다양한 구조의 CNN(ReNet-5, AlexNet, GooLeNet, REsNet, VGG19 등)들 중 구글에서 제공하는 Teachable Machine[5]을 활용하여 판별모델을 생성함, 본 논문에서는 세 개의 클래스(양호, 불량 그리고 대기)를 학습함, 최종적으로 생성한 판별모델을 박스 상태 판별 프로세스로 전달
- ▶ CNN기반 박스 상태 판별 프로세스 : 이전 프로세스에서 생성한 박스 상태 판별 모델을 활용하여 카메라 모듈로부터 입력된 영상의 상태를 판별

IV. 구현 및 결과

하드웨어 및 소프트웨어 구현 결과는 Fig. 3과 같고, 좌측부터 박스가 없는 경우, 박스가 양호일 경우, 불량일 경우이다.

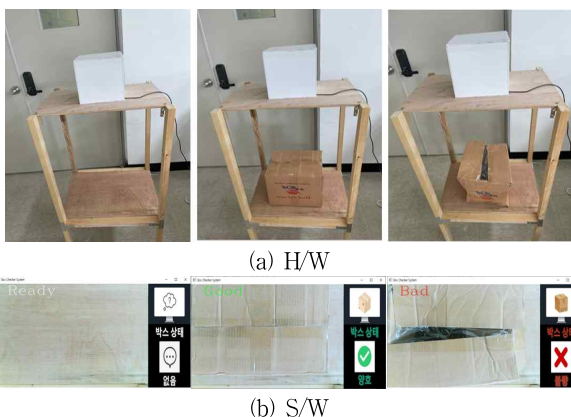


Fig. 3. Result of System

세부적으로 하드웨어에 박스가 없는 경우 시스템에서는 박스상태 없음을 보여주고, 양품의 박스가 하드웨어에 올라가게 된다면 시스템에서 박스상태 양호 메시지를 보여주며, 박스가 불량한 경우 박스상태 불량 메시지를 보여주도록 하였다. 간단한 실험을 목적으로 한 종류의 박스를 사용하여 학습 후 판별성능을 측정하였고, 측정 결과 유의한 성능을 보였다.

V. 결론

본 논문에서는 CNN을 활용하여 물류 배송 박스 상태 판별 시스템을 제안하였고, 제안한 시스템을 구현하였다. 실험을 목적으로 Teachable Machine에 학습하여 판별모델을 생성하였고, 생성한 판별모델을 제안한 시스템에 적용 후 실제 환경에서 간단한 실험을 진행하였다. 실험결과, 유의한 성능을 보였다. 본 논문에서의 결과는 간단한 초기 테스트 결과라 할 수 있고, 제안한 시스템의 정확한 성능 테스트를 목적으로 시험 방법을 확대할 계획이다. 또한 다양한 CNN모델에 적용하여 객관적인 성능을 도출할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

* 이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2020R1F1A104833611)

참고 문헌

- [1] E.-K. Kim et al, (2022), "Classification for the Breakage of the Package Boxes using a Deep Learning Network", The 2022 Fall Conference of The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers(KIBME), pp. 250-253, 2022
- [2] C.-B. Moon, J.-Y. Lee, D.-S. Kim and B.-M. Kim. (2021), "Inspection System for Vehicle Headlight Defects Based on Convolutional Neural Network", Appl. Sci. 2021, 11(10), 4402; <https://doi.org/10.3390/app11104402>
- [3] K. H. Kim et al, (2018), "Inspection of Vehicle Headlight Defects", Journal of the Korea Industrial Information Systems Research Vol. 23 No.1, pp. 87-96, Feb. 2018
- [4] C. B. Moon, B. M. Kim and D.-S. Kim. (2022), "A Circular-Based Reference Point Extraction Method for Correcting the Alignment of Round Parts", Sensors 2022, 22(15), 5859; <https://doi.org/10.3390/s22155859>
- [5] CARNEY, Michelle, et al. (2020), "Teachable machine: Approachable Web-based tool for exploring machine learning classification", In: Extended abstracts of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems. 2020. p. 1-8.