

딥러닝 영상인식을 이용한 PCB 기판 비전 검사 시스템 개발

이창훈[○], 이민성^{*}, 심정민^{*}, 강동원^{*}, 윤태진(교신저자)^{*}

[○]경운대학교 소프트웨어학부,

^{*}경운대학교 소프트웨어학부

e-mail: irene4872@naver.com[○], {dlalstjd0513, gkstlagol23, dongwon479}@naver.com^{*}, tjyun@ikw.ac.kr^{*}

Development of PCB board vision inspection system using image recognition based on deep learning

Chang-hoon Lee[○], Min-sung Lee^{*}, Jeong-min Sim^{*}, Dong-won Kang^{*}, Tae-jin Yun(Corresponding Author)^{*}

[○]School of Software, Kyungwoon University,

^{*}School of Software, Kyungwoon University

● 요약 ●

PCB(Printed circuit board)생산시에 중요한 역할을 담당하는 비전검사 시스템의 성능은 지속적으로 발전해왔다. 기존 머신 비전 검사 시스템은 이미지가 불규칙하고 비정형일 경우 해석이 어렵고 전문가의 경험에 의존한다. 그리고 비전검사 시스템 개발 당시의 기준과 다른 불량 발생한다면 검출이 불가능하거나 정확도가 낮게 나온다. 본 논문에서는 이를 개선하고자 딥러닝 영상인식을 이용한 PCB 기판 비전 검사 시스템을 구현하였다. 딥러닝 영상인식 알고리즘은 YOLOv4를 이용하고, 워핑(warping)과 시킨 PCB 이미지를 학습하여 비전검사 시스템을 구성하였다. 딥러닝 영상인식 기술의 처리 속도를 보완하고자 QR코드로 PCB 기판 종류를 인식하고, 해당 PCB 부품의 미삽은 정답 이미지 바운딩 박스 좌표와 비교하여 불량품을 발견하면 표시해준다. 기판의 부품 인식을 위해 기판 데이터는 직접 촬영하여 수집하였다. 이를 활용하여 PCB 생산 공정에서 비전검사 시스템의 성능이 향상되었고, 다양한 PCB를 생산에 신속하게 대응할 수 있다.

키워드: 딥러닝(deep-learning), 영상인식(image recognition), 비전검사(vision inspection)

I. Introduction

전자 산업에서 생산 자동화에 중요한 PCB 검사 시스템을 계속해서 개선시켜 왔다. 현재의 세계 시장과 국내시장은 모두 머신비전 시스템의 시장규모 및 전망을 높게 평가 하고 있으며, 산업계에서 제조공정에서 머신비전을 통한 생산 자동화 시스템 성능 향상을 위해 지속적으로 기술 개발을 하고 있다[1]. 이전의 방식들은 수작업 혹은 이미지 분석과 센서를 이용한 머신 비전 검사 시스템이라면 본 논문에서는 인식을 향상을 위한 전처리를 포함한 딥러닝 영상인식을 이용한 머신 비전 검사 시스템이다. PCB에 장착된 부품들을 인식하기 위해 딥러닝 학습을 시키고 인식된 기판의 부품의 좌표를 비교하여 미삽 불량 유무를 파악할 수 있는 시스템을 구현하였다.

II. Preliminaries

본 논문에서는 PCB에 장착된 부품을 인식하기 위해 실시간 객체 인식에 많이 사용되는 YOLOv4 알고리즘을 사용하였다. 시스템

성능 테스트를 위해 인식할 수 있는 보드는 4종으로 RaspberryPI3, RaspberryPI4, RaspberryPI pico 그리고 Arduino이다. PCB 인식을 위해 각 보드를 Hikrobot사 카메라를 harvesters 라이브러리를 이용하였다[2]. 촬영한 이미지를 워핑(warping)을 적용하여 각 보드 종류를 나타내는 클래스로 구분하여 딥러닝 학습을 시켰고, 인식된 기판에 장착된 부품의 바운딩 박스 좌표가 정답지 바운딩 박스 좌표와 일치하는지 확인하여 미삽 불량 즉, 부품이 없는 것을 인지하면 없는 부품의 이름과 위치를 알려주는 시스템을 개발하였다.

III. Design and Development

제안한 비전검사 절차는 그림 1과 같이 카메라를 이용해 PCB에 부착되어 있는 QR코드를 인식하여 보드 종류를 인식하고, 해당 보드와 맞는 정답지 바운딩 박스 좌표와 비교하여 미삽 불량을 확인하고, 보드의 검사 결과를 출력하고, 정보를 저장한다.

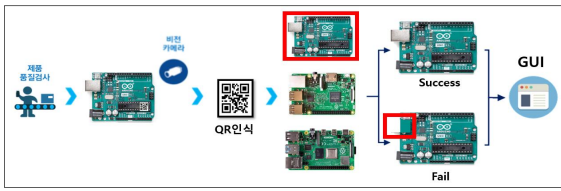


Fig. 1. Proposal System

생산 컨베이어 벨트로 기판이 이동되어 항상 일정하지 않은 위치로 검사되어 보드 불량을 검사할 때 기준 좌표가 일치하지 않는 문제점을 해결하고자 보드 이미지를 회전하는 워핑을 먼저 처리한다. 그림 2와 같이 수동으로 4개의 점을 마우스로 클릭해 워핑을 진행하면, 매번 다른 시점으로 워핑이 되고 같은 이미지라도 선택한 좌표가 일정하지 않으면 다른 형태로 워핑되는 문제점이 있었다. 이를 해결하기 위해 그림 3과 같은 이미지 전처리 과정을 진행하였다.

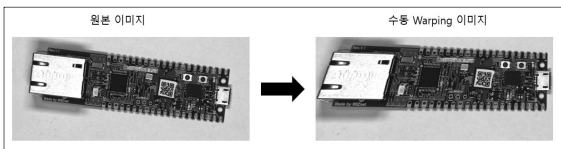


Fig. 2. Manual warping

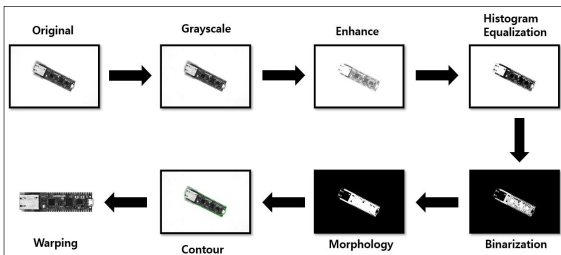


Fig. 3. Warping image after preprocessing

PCB 불량을 인식을 위해 보드별로 클래스를 구별하여 학습용 이미지를 보드별 각 50장씩 총 200장의 이미지를 확보하고, 보드의 미삽 부분도 학습하기 위해 보드의 부품마다 하나씩 미삽 불량 이미지를 네거티브로 활용하여 워핑된 이미지를 Roboflow 사이트에서 라벨링 후 학습하였다[3]. 학습한 미삽불량 부품은 USB Port, CPU, OSCILLATOR 이다. 클래스 명은 기관명_부품명으로 이루어지고 QR코드는 “qr”로 설정해 총 13개의 클래스로 이루어진다. i5-12400F, 지포스RTX4060 환경에서 YOLOv4는 딥러닝 학습에 약 26시간이 소요되었다. 그림 4는 해당 데이터를 각각 학습시킨 결과와 인식률을 보여준다. mAP값은 두 모델 모두 100%이지만 전처리 후 워핑한 이미지를 학습시킨 모델인 우측 모델이 loss값이 더 낮아 해당 모델을 사용하였다.

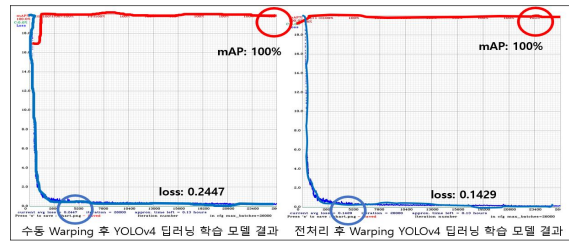


Fig. 4. Result of deep learning

그림 5와 6같이 사전 학습한 모델을 통해 카메라로 인식한 PCB 불량을 정답지 보드 이미지와 함께 보여주며 보드에 장착된 부품 미삽 불량을 보여준다.

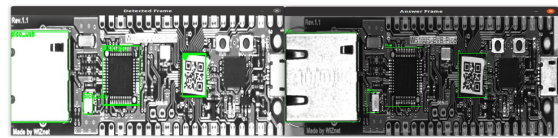


Fig. 5. Example 1 of PCB test

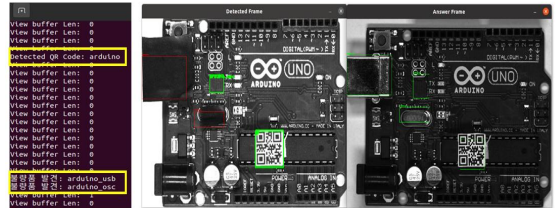


Fig. 6. Example 2 of PCB test

IV. Conclusions

본 논문에서는 PCB 장착된 부품의 미삽 불량 등을 검사하는 비전검사 시스템을 제안하고 구현하였다. 현재 흑백 카메라를 컬러 카메라로 교체하여 기관의 회로 불량(short/open)등 과 같은 미세한 불량과 컬러로 검출 가능한 불량을 확장할 수 있다.

REFERENCES

[1] MarketsandMarkets, Machine Vision Market, 2021
 [2] <https://github.com/genicam/harvesters.git>
 [3] <https://roboflow.com>