

## 딥러닝을 이용한 PCB 불량 검출

백영태<sup>○</sup>, 심재규\*, 박찬영\*, 이세훈\*

<sup>○</sup>김포대학교 멀티미디어과

\*인하공업전문대학 컴퓨터시스템과

e-mail: hannaee@kimpo.ac.kr<sup>○</sup>, alalwjrm@gmail.com\*, cksdud52017@gmail.com\*, seihoon@inhat.ac.kr\*

## PCB Defect Inspection using Deep Learning

Yeong-Tae Baek<sup>○</sup>, Jae-Gyu Sim\*, Chan-Young Pak\*, Se-Hoon Lee\*

<sup>○</sup>Dept. of Multimedia, Kimpo University

\*Dept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College

### 요 약

본 논문에서는 PCB 공정상의 육안검사를 통한 불량 분류 방식에서 CNN을 이용한 PCB 불량 분류 방식을 제안한다. 이 방식은 육안검사의 문제점인 작업자의 숙련도에 따른 검사 효율을 자동화 검사 시스템에 의해 해결하며, 불량 위치와 종류를 결과 이미지에 표시한다. 또한 이미지 분류 결과를 모니터링할 수 있도록 시리얼 통신을 통하여 Darknet 프레임워크와 LCD를 연동하였다. 적은 량의 데이터 셋으로도 좋은 결과를 냈으며, 다양한 데이터 셋을 이용해 훈련할 시 전반적인 PCB 불량률의 분류가 가능할 것으로 예상된다.

**키워드:** CNN(Convolutional Neural Networks), PCB(Printed Circuit Board), 결함 검출(Defect Inspection)

## I. Introduction

현재 대부분의 PCB 공정에서의 불량검사 방법에 있어서 현미경을 이용하는 등 육안검사 방법에 의존하고 있는데, 적게는 수십 명에서 많을 경우에는 수백 명의 직원이 불량 검사에 투입되고 있다. 이렇게 수작업으로 일일이 확인하게 될 경우 여러 가지 문제점이 발생하게 되는데, 작업자의 숙련도와 컨디션에 따른 실수 발생이다. 이런 문제점들을 해결하기 위해 논문에서는 딥러닝의 CNN(Convolutional Neural Networks)을 이용한 자동화된 불량 검출 시스템을 제안한다.

연구로 디스플레이 같은 일정한 회로가 반복되는 PCB 제품에 국한된 단점이 있다[2].

## III. System Implementation

### 1. System configuration diagram

Fig. 1은 제안하는 시스템의 구성도이다. PCB 제품의 사진을 찍어서 학습이 완료된 CNN 모델에 입력으로 보낸 뒤 모델을 거쳐서 LCD에 무슨 종류의 불량인지와 모니터 화면에 PCB 제품의 불량 위치를 박스로 표현한다.

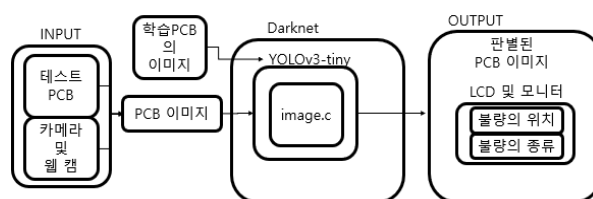


Fig. 1. System configuration

## II. Preliminaries

머신 비전 기반의 PCB 기반 검사 시스템 연구에서는 PCB 제품을 기존의 정상인 제품과 패턴 매칭 기술 같은 영상 처리 기법을 이용하여 PCB 제품이 불량인지 아닌지를 판별한다[1]. 그러나 패턴 매칭 기술로 불량 판별을 하지만 해당 불량 위치와 불량 위치 등을 정확히 파악하지 못한다는 단점이 있다.

픽셀 회로 이미지의 불량 개체 필터링을 위한 CNN 기반 분류 기법 연구에서는 PCB 제품 중에 하나인 디스플레이의 불량을 다루는 연구로 디스플레이의 회로 기판은 균일하게 배열된 발광원에 전기를 공급하는 특정 모양의 회로가 똑같이 반복되는 구조로 이 특징을 이용해 픽셀 단위로 CNN 모델에 학습하여 특정 불량 회로를 판단하는

## 2. SMC bad classification using YOLO

실험에서는 CNN 모델의 경우 YOLOv3- tiny[3] 버전을 사용하였다. 훈련 데이터 셋의 경우 초음파 센서 모듈의 SMC불량을 가정하여 고의로 발생시킨 불량은 3종류이며, 서로 떨어져있는 LEAD가 땀납에 의해 연결된 상태인 브리지(쇼트), SMC(Surface Mounted Components)가 목적위치에 삽입이 되지 않은 미삽, 납땀되어 있는 부품의 한쪽면만 기판에 붙어있고 한쪽은 공중에 서있는 형태인 맨해튼에 대한 훈련을 진행하였다[4].

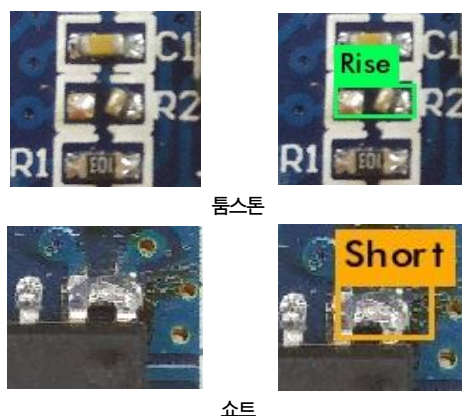


Fig. 2. Image of Classification result

스마트폰 카메라(G4)를 이용하여 120장을 촬영하였으며, 촬영 후 1000x500(WxH) 사이즈로 crop하여 데이터 셋을 구성하였다. 학습률은 0.001로 설정하였으며, 배치 사이즈와 subdivisions는 16, 4로 설정하여 1 iteration마다 16 이미지를 4번에 나눠 훈련시켰다. 13만 번 훈련을 한 뒤, val 이미지로 검증한 결과 70~99%의 정확도를 보였다. iteration이 진행됨에 따라 평균 오차율도 줄어들어 학습이 잘 진행되고 있다는 것을 확인 할 수 있다.

Training log				
1:	189.092896,	189.092896	avg,	0.000000 rate, 0.216095 seconds, 16 images
27604:	0.154346,	0.109103	avg,	0.001000 rate, 0.223883 seconds, 441664 images
69981:	0.090937,	0.089859	avg,	0.001000 rate, 0.219276 seconds, 1119696 images
120526:	0.056327,	0.072479	avg,	0.001000 rate, 0.263156 seconds, 1928416 images

## 3. Bad detection notification

이미지를 통한 불량 분류 후 사용자에게 상황을 알려주는 액츄에이터와 연동을 위해 시리얼 통신을 사용하여 이두이노와 연결하였다. Darknet의 image.c 코드의 결과 이미지에 클래스 예상위치와 라벨 박스를 그려주는 draw\_detection() 함수의 코드를 수정하여, 이두이노에 연결된 LCD를 통해 분류 상황을 모니터링 하게끔 설정하였다.

## IV. Conclusions

본 논문에서는 YOLOv3의 경량화 버전인 tiny를 사용했지만, 실제 공정에서 적용할 때에는 YOLOv3 딥러닝 모델을 사용하면 더 정확하게 SMC의 불량 분류가 가능할 것이다. 실험을 위하여 초음파 센서 모듈만을 사용하여 데이터 셋을 구성하였지만, 실제 공정상의 다양한 PCB들의 불량 데이터 셋을 구해 훈련을 진행시킨다면 PCB 전반의 다양한 불량들을 분류할 것으로 예상된다.

## REFERENCES

- [1] Yun Ji Lee, "A Study on PCB Inspection System Based on Machine Vision" KIEE Conference, 2008
- [2] Je-Hwan Ryu, Min-Oh Heo, Byung-Tak Zhang, "CNN-based Classification Methods for Filtering of Defect Pixel Circuit Images," Korea Software Congress, KIISE, 2017. 12.
- [3] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", <https://arxiv.org/abs/1506.02640>, 2016
- [4] Dong-Kyu Jang, "Defective Soldering Causes by Process", [http://skt8272.mireene.co.kr/quickkorea/download/bbs/SMT\(-26-9\).pdf](http://skt8272.mireene.co.kr/quickkorea/download/bbs/SMT(-26-9).pdf)