

산업용 형상 품질 검사 비전을 위한 딥러닝 기반 형상 키포인트 검출 모델 구현

김석주^o, 권중장(교신저자)*

^o경성대학교 컴퓨터공학과,

*경성대학교 컴퓨터공학과

e-mail: innosys@xenteam.com^o, jjkwon@ks.ac.kr*

Implementation of a Deep Learning-based Keypoint Detection Model for Industrial Shape Quality Inspection Vision

Sukchoo Kim^o, JoongJang Kwan(Corresponding Author)*

^oDept. of Computer Engineering, KyungSung University,

*Dept. of Computer Engineering, KyungSung University

● 요약 ●

본 논문에서는 딥러닝을 기반으로 하는 키포인트 인식 모델을 산업용 품질검사 머신비전에 응용하는 방법을 제안한다. 전이학습 방법을 이용하여 딥러닝 모델의 인식률을 높이는 방법을 제시하였고, 전이시킨 특성 추출 모델에 대해 추가로 데이터 세트에 대한 학습을 진행하는 것이 특성추출 모델의 초기 ImageNet 가중치를 동결시켜 학습하는 것보다 학습 속도나 정확도가 높다는 것을 보여준다. 실험을 통해 딥러닝을 응용하는 산업용 품질 검사 공정에는 특성추출 모델의 추가 학습이 중요하다는 점을 확인할 수 있었다.

키워드: 전이학습(Transfer Learning), 키포인트 검출(Keypoint Detection), 머신비전(Machine Vision), 품질검사(Quality Inspection)

I. Introduction

딥러닝을 기초로 하는 키포인트 검출 기술은 관심 대상의 움직임이나 상태를 분석하거나 가상의 요소를 합성한다. 딥러닝은 대량의 데이터를 학습하여 키포인트를 자동으로 검출하고 정확도를 높인다.

본 논문에서는 실제 운영 중인 검사라인에서 수집된 영상자료를 활용하여 키포인트 검출 모델을 학습시켰다. 이를 통해 검사라인의 발생하는 다양한 스케일 변화에 강인하게 특징점을 검출하는 방법을 제안한다.

II. Proposed Scheme

1. Deep Learning Model

MobileNetV2를 backbone으로 이용하는 키포인트 검출 모델은 MobileNetV2의 마지막 층을 제외한 나머지 층을 특징 추출기(feature extractor)로 사용한다. 특징 추출기의 출력을 입력으로 받는 헤드(head)를 추가한다. 추가된 헤드의 회귀(regression)를 통해 최종적인 키포인트 검출 결과를 얻는다.[1]

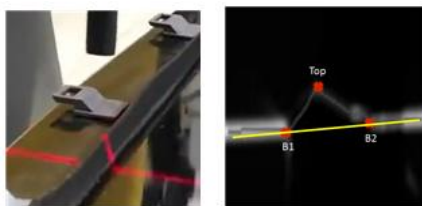


Fig. 1. 자동차 유리 접착제 도포 공정 및 키포인트 정의

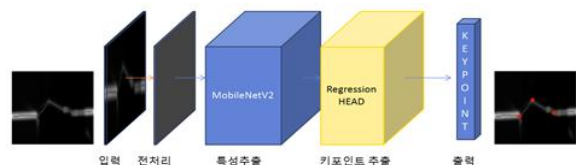


Fig. 2. 키포인트 인식 모델

2. Dataset

로봇이 자동차의 전면과 후면 유리의 가장자리에 접착제를 도포하는 영상 31개를 수집하였다. 이를 동영상의 각 프레임은 이미지로 변환하였다. 이렇게 얻은 이미지는 총 24,298장의 이미지를 얻게 되었다.

키포인트는 실제 프로그램에서 기준으로 여기는 3개의 점을 기준으로 선정하였다. 2개는 접착제의 저점을 확인하기 위한 2개의 포인트와 접착제의 높이를 확인할 수 있는 1개의 포인트로 키포인트를 정의하였다. 키포인트 어노테이션 데이터는 각 전면과 후면 유리 총 1555개의 데이터셋을 작성하였다.

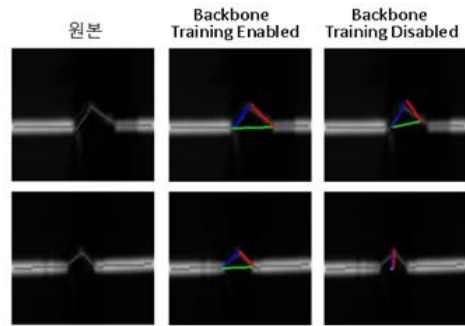


Fig. 5. 검출 능력 비교 예

III. Experiments

실험은 2가지 방향을 가지고 진행하였다. 학습시 추론부(Head)와 Backbone을 같이 학습 하는 방법과 Backbone부분을 제외하고 추론부만 학습하는 방법이다.

각 학습 결과는 Fig3.과 Fig4.를 보면 알 수 있다. 손실 그래프에서 보면 Backbone과 같이 학습시키는 것이 Backbone을 동결시키는 모델보다 학습이 잘되는 것을 볼 수 있다. 그리고 Fig. 5.를 보면 키포인트를 찾는 성능 차이를 확인할 수 있다.

MobileNetV2-Trainable

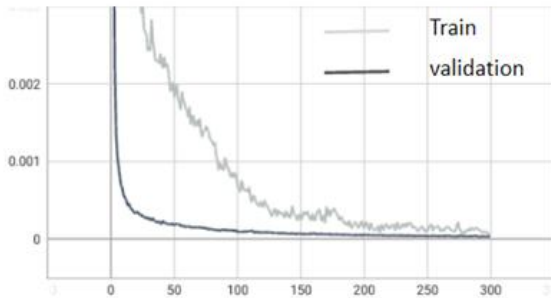


Fig. 3. Backbone(MobileNetV2) Trainable 손실그래프

MobileNetV2-Train Disabled

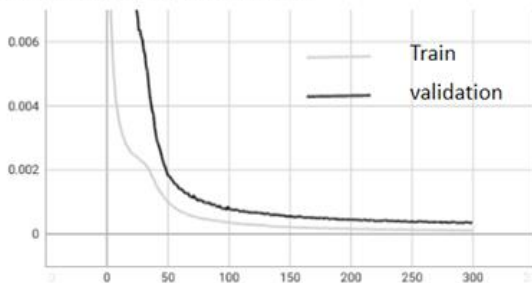


Fig. 4. Backbone(MobileNetV2) Freezed 손실그래프

IV. Conclusions

본 논문을 통해 산업용 머신비전 품질 검사라인에 답라닝을 기반으로 하는 키포인트 검출 모델을 적용하는 사례를 소개하였다. 실험을 진행하면서 2가지 관점에서 연구의 필요성을 느꼈다. 하나는 Backbone의 중요성에 따라 Backbone을 좀 더 문제의 특성추출 능력을 강화하고 필요없는 특성을 식별하도록 학습하는 연구이며, 다른 하나는 수동으로 데이터 세트를 만들면서 데이터 세트의 자동생성에 관한 연구의 필요성이다.

REFERENCES

- [1] Mark S., Andrew H., Menglong Z., Andrey Z., Liang-Chieh C., "MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks" The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2018, pp. 4510-4520
- [2] Alexander M., Thomas B., Mert Y., Byron R., Matthias B., Mackenzie W. M., "ImageNet performance correlates with pose estimation robustness and generalization on out-of-domain data" ICML UDL 2020