

딥러닝 기반 머신비전 기술 연구 동향

김태욱¹, 진유경¹, 김유빈¹, 조아림¹, 권기범², 이호원¹한경대학교 전자전기공학부¹, 주식회사 아이티엘²{gkffktm112, jyk03011, youbin1323, jal9160, hwlee}@hknu.ac.kr¹, kbkwon@gooditl.com²

Research Trends on Deep Learning-Based Machine Vision Technology

TaeWook Kim¹, YooGyung Jin¹, YouBin Kim¹, AhRim Cho¹, KiBum Kwon², Howon Lee¹Hankyong National University¹, ITL Co., Ltd.²

요 약

머신비전(Machine Vision)기술은 많은 산업에 영향력을 미칠 만큼 미래 핵심 기술로 대두되고 있다. 그 중 딥러닝을 활용한 머신 비전 기술은 이미지 처리 분야에서 뛰어난 성능을 보이고 있고, 공장 자동화, 자율주행 등 다양한 산업 분야에 적극적으로 활용되고 있다. 이에 따라, 머신비전의 이미지를 선명하고 정확하게 얻기 위한 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 본 논문에서는 다양한 머신비전 검사 기술 및 딥러닝 기반 머신비전 기술 적용 사례들에 대해서 살펴본다.

I. 서론

최근 인공지능 기술의 급격한 발전은 산업 현장에서의 생산성 향상 및 공장 자동화를 가속화하고 있다 [1]. 머신비전(machine vision)은 이러한 제조 공정의 자동화를 위한 핵심 기술들 중 하나이다. 머신비전이란 컴퓨터 비전에 포함되는 개념으로, 컴퓨터와 시스템을 통해 디지털 이미지, 비디오 및 기타 시각적 입력에서 정보를 추출한 다음 정보를 가공하여 목적에 맞게 활용하는 기술을 의미한다. 인간의 시각 메커니즘과 동일한 머신비전은 인간의 망막, 시신경, 시각 피질이 아닌 카메라, 데이터 및 알고리즘을 사용하여 제품을 검사하거나 생산 자산을 관찰하도록 훈련되고, 이러한 머신비전은 딥러닝(Deep Learning)이 발전하면서 더욱 많은 분야에서 활용되고 있다[2]. 딥러닝이란 인간의 경험을 통한 배움처럼 수많은 데이터를 통해 영상의 패턴을 인식하거나 분류하는 등 다양한 방법으로 모델을 학습시키는 방법을 의미한다 [3]. 이와 같은 딥러닝이 머신비전에 적용되면서 기존의 존재했던 3D 영상 인식분야, 영상 동시 인식 등의 한계점을 극복하였고, 이러한 머신비전은 현재 수많은 제조 공정에 사용되고 있다[4].

본 논문에서는 현재 생산 공정에서 사용되고 있는 머신비전 검사 기술과 딥러닝 기반 머신비전 기술이 활용되고 있는 다양한 산업 분야들을 소개하고자 한다.

II. 비전 검사 기술 개요

머신비전 기술을 이용해 객체를 검사한다는 것은, 객체의 이미지를 얻은 다음 객체의 경계선이나 특징을 추출하여 기준 부합 여부를 판단하는 과정을 의미한다. 검사 과정에서 객체의 x 축과 y 축 정보만이 요구된다면 2D 이미지를 얻어야 하고, 객체의 높이나 깊이 정보까지 필요할 경우에는 3D 이미지를 얻어야 한다. 여기서 각 차원의 이미지를 얻기 위해 사용되는 기술은 표 1의 내용과 같다.

표 1. 머신비전의 객체 이미지 캡처 기술

이미지 센서	객체의 빛 신호를 디지털 이미지 신호로 변환하여 2D, 3D 이미지를 얻음.
CMM*	프로브 형태의 센서를 물체에 접촉해 객체의 3D 이미지를 얻음.
광삼각법	레이저를 물체에 조사하고 반사된 빛을 카메라 센서로 취득하여 3D 이미지를 얻음.
공조점법	물체의 각 지점에서 광학 신호들을 검출하고 모아 2D, 3D 이미지를 얻음.
모아래 패턴 투영법	물체에 조사한 여러 줄무늬 패턴이 변형된 정보를 분석해 3D 이미지를 얻음.
ToF*	신호가 반사되어 돌아오는 시간차와 세기 변화를 통해 3D 이미지를 얻음.

CMM: Coordinate Measuring Machine, ToF: Time of Flight

최근에는 이미지 처리 분야에서 딥러닝 기술이 활발히 적용되고 있다. CNN(Convolutional Neural Network)과 같은 DNN(Deep Neural Network)을 이용한 솔루션은 인식률에 있어 정확도가 매우 높고, 조명을 이용해 검사 대상의 그림자를 제거하거나 빛 반사를 고려할 필요가 없다는 점에서 변수에 강하다. 즉, 인라인 검사 중 실시간 처리 능력과 데이터 처리량을 높일 수 있고, 지연 시간은 줄어든다. 또한 점점 발전하는 카메라 기술과 소형화되고 미세해지는 부품을 검사하기 위해 얻어지는 고해상도 이미지를 처리하는 데에 적합하다.

III. 산업 분야 별 딥러닝 기반 비전검사 기술 적용 사례

머신 비전 검사 시스템은 그림 1 과 같이 비전 장치를 통해 이미지를 입력 받고 DNN 을 사용하여 모델을 학습시킨다. 이후 판별 결과를 도출해 이를 기반으로 행동이 결정된다. 이러한 머신비전 기술은 다양한 산업 분야에서 사용되고 있다.

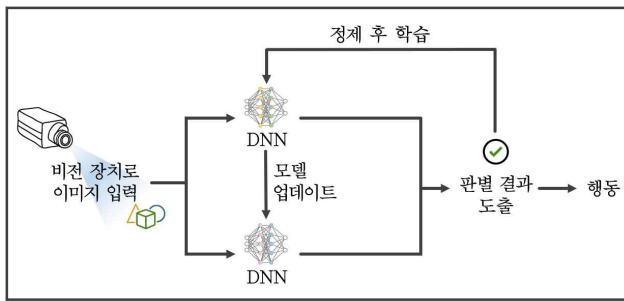


그림 1. 머신비전 검사 시스템의 개요

1) 자동차 산업 분야

자동차 공정 분야에서는 대표적으로 딥러닝 기반의 머신비전 기술을 이용하여 차량 헤드라이트의 불량 유무를 판단할 수 있다. CNN을 기반으로 한 차량 헤드라이트의 불량 검사 시스템으로 불량유무를 자동으로 판별하여 차량용 헤드라이트가 시스템에 입력되었을 때, 헤드라이트의 특징을 추출한다. 이 위치를 보정한 결과에서 관심영역인 ROI(region of interest)영역을 확보하게 된다. ROI 영역이란 우수한 화질을 보장하면서 우선적으로 보기를 원하는 영역으로 이 영역을 검출하고 CNN 기반에서 헤드라이트의 불량유무를 판단한다[5]. 부품의 불량을 판별하는 방법은 세단계로 이루어진다. 첫번째로 전 처리 단계로 카메라에서 취득한 원 이미지를 변환하여 위치를 보정하고, 이 결과로 ROI 영역을 확보한다. 두번째로 ROI 영역에 대하여 CNN 기반 학습을 진행하고, 이미지 사이즈를 변환한 뒤 학습에 적용하여 불량 유무 판별 모델을 생성한다. 마지막으로, 검사 대상 부품의 ROI 영역을 입력하여 CNN 기반으로 불량 유무를 판별하게 된다[6].

2) 반도체 산업 분야

반도체 웨이퍼의 불량 유형을 딥러닝 기반의 머신 비전을 통해 구분할 수 있다. 반도체 웨이퍼의 불량 유형 중에 싱글타입에 해당하는 결함 패턴 분류는 Normal을 제외한 Center(C), Donut(D), Edge_Loc(EL), Edge_Ring(ER), Loc(L), Near_Full(NF), Scratch(S), Random(R)로 8 가지, 2 가지가 혼합된 결함 패턴은 13 가지, 3 가지가 혼합된 결함 패턴은 12 가지, 4 가지가 혼합된 결함 패턴은 4 가지로 총 38 개의 결함 패턴을 가지고 있고, 이를 기반으로 CNN을 활용하여 결함패턴을 학습한다. 웨이퍼의 불량 유형을 학습한 모델을 통하여 공정에서 결함을 검출할 수 있으며 CNN 모델의 정확도 성능은 평균 73%의 수치를 보였다[7].

3) 의료 산업 분야

의학 분야에서 딥러닝 기반 머신 비전 기술은 의료 영상 분야에서 활발히 연구되고 있다. 과거의 의료 영상 분석은 인간의 시력과 개개인의 주관적인 견해로 인해 의사마다 진단한 결과가 달라 객관성이 떨어졌다. 하지만 딥러닝 기술의 발전과 의료 영상 저장 전송 시스템의 보급으로 기존의 존재했던 데이터들이 디지털화되었고, 이

러한 데이터들을 토대로 학습한 딥러닝 모델은 현재 의료 영상 분석에 사용되고 있다. 일반적으로 딥러닝 모델이 데이터를 기술적으로 어떻게 학습해 나가는지 정확하게 알 수 없다. 이러한 점은 인간의 생명에 직결되는 문제이기 때문에 해결되어야 한다. 따라서 여러 가지 연구들이 진행되고 있고, CAM(Class Activation Map)과 같이 딥러닝의 예측 결과를 해석할 수 있는 알고리즘 등이 사용되고 있다[8].

IV. 결론

본 논문에서는 머신비전의 검사 방식을 2D 비전 방식, 3D 비전 방식으로 나누어 설명하고, 딥러닝 기반 머신비전을 활용하고 있는 자동차 공정, 의학, 반도체 분야의 기술을 소개하였다. 특히 딥러닝이 머신비전에 적용됨에 따라 복잡한 이미지를 처리할 수 있게 되면서 객체를 더욱 정밀하게 검사할 수 있게 됨을 확인하였다. 이에 따라 향후에는 앞서 소개했던 기존의 산업 분야 외에도 건축, 기계설비와 같은 동적인 산업 등 다양한 분야에서의 활용이 더욱 가속화될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022 년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원(No. 1415181141, 프론트 에이프런 모듈 30% 경량화를 위한 경량금속 기반 일체화 기술 및 AI 분석기반 집합공정 고도화 기술개발, 50%)과 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022R1A2C1010602, 50%)

참 고 문 헌

- [1] 김연선, 이종관, “제 4 차 산업혁명의 자동화와 적응형 자동화”, 성균관대학교 인문학연구원, pp. 5-25, Jan. 2017.
- [2] <https://www.ibm.com/kr-ko/topics/computer-vision>.
- [3] 이원진, “인공지능 딥러닝의 역사와 현황, 그리고 미래 방향,” 대한치과의사협회지, pp. 229-314, Apr. 2022.
- [4] 황교성, 김경수, “딥러닝 기반 컴퓨터 비전 기술의 개발 동향과 국방분야 적용방안,” 한국방위산업진흥회, pp. 90-105, Dec. 2021.
- [5] 서영건, 김희민, 김상복, “JPEG2000 이미지의 에지 분포를 이용한 ROI 마스크 생성과 자동 관심영역 추출,” 디지털콘텐츠 학회논문지, pp. 583-593, Aug. 2015.
- [6] 문창배, 이종열, 김병만, “CNN 기반 차량 헤드라이트 불량검사 시스템,” 한국통신학회 동계종합학술발표회, pp. 581-582, Feb. 2021.
- [7] 백선재, 이민혁, “딥러닝을 활용한 반도체 웨이퍼 불량 유형 구분 모델에 관한 연구,” 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 1158-1159, Feb. 2022.
- [8] 김영재, 김광기, “의료 영상에 최적화된 딥러닝 모델의 개발,” 대한영상의학회지, pp. 1274-1289, Nov. 2020.