

Conformal Coating 된 PCB에서 회로 소자의 경계면과 평탄면 영역 추정

*이동희, *강명환, **조성령, *정경훈, *강동욱
*국민대학교, **IMPEC Enterprise, co., ltd.
*ldh@kookmin.ac.kr, **creation@impec.com

Boundary and Flat Area Estimation of Circuit Elements in Conformal Coated PCB

*Dong Hee Lee, *Myung Hwan Kang, **Sungryung Cho, *Kyeong Hoon Jung, *Dong Wook Kang
*Koomin University, **IMPEC Enterprise, co., ltd.

요약

자동차에서 전장부품이 차지하는 비중이 증가하고 있다. 그런데 전장부품이 증가하면서 전자제어장치의 오작동으로 인한 사고 및 인명손실의 위험이 커졌다. 자동차 환경에서 발생하는 진동, 열기, 습기, 전자파를 차단하여 전장부품의 안정성을 확보와 위험을 최소화하기 위해 자동차 OEM에서는 Conformal Coating 기술을 적용하는 것이 일반적이다. Conformal Coating 된 PCB 회로의 신뢰성을 높이기 위해서는 코팅 과정에서 발생하는 기포를 억제해야 한다. 그럼에도 불구하고 기포가 발생한 경우에는 해당 PCB를 폐기하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 코팅된 PCB에서 발생한 기포를 자동으로 검사하기 위한 전처리 과정으로서 검사 소자의 경계면과 평탄면 영역을 추정/분할하는 영상처리 알고리즘을 제안한다. 코팅 기포의 특성이 소자의 경계면과 평탄면에서 매우 다르게 나타나므로 효율적인 기포 검출을 위해서 영역 분할은 필수적인 전처리 과정이다.

1. 서론

자동차와 ICT 기술이 융합하면서 전장(전기전자 장치)부품에 대한 비율이 증가하였다. 미국 시장조사 업체 스트래티지애널리틱스(SA)에 따르면 세계 자동차 전장부품 시장 규모는 2015년 2390억달러(273조원)에서 2020년 3033억달러(358조원)로 급성장할 것으로 전망된다[1]. 전장부품의 비중이 증가하면서 전자제어장치의 결함으로 사고 및 인명손실이 발생하였다. 전자제어장치의 오작동을 최소화하기 위해 자동차 기능 안전 국제 표준(ISO 26262)이 제정되었다[2]. 자동차 시장에서 안정성 확보는 중요한 요소이다.

전장부품의 안정성을 위한 기술로 Conformal Coating 기술이 있다. Conformal Coating 기술은 PCB 회로에 고분자 용액을 미세·균일하게 도포하는 기술로 자동차 환경에서 발생하는 진동, 열기, 습기, 전자파를 차단하여 전장부품의 안정성을 확보한다. Conformal Coating 기술은 용액을 도포하는 ‘도포 기술 단계’와 도포의 적정성을 검사하는 ‘검사 기술 단계’로 나누어진다. ‘도포 기술 단계’에서 기포가 발생할 수 있다. 그림 1은 도포 영역에서 기포(Bubble)가 발생한 경우이다. Conformal Coating 과정에서 발생하는 기포는 자동차의 오작동을 일으키는 원인이 될 수 있다. ‘검사 기술 단계’에서 도포의 적정성을 검사하는데 기포의 발생 여부를 검사한다. 과거에는 작업자에 의해 기포 유무 검사를 하였지만, 최근에는 전장부품의 비중이 증가하면서 신뢰성과 안정성 확보를 위해 도포 적정성 검사를 자동화하는 연구가 진행 중이다.

제안하는 방법은 Conformal Coating 영역에서 기포를 검출하기 위한 전처리 단계로 Conformal Coating 영역에서 소자의 경계면 영역과 평탄면 영역을 구별한다. 소자의 평탄면 영역과 경계면 영역에서 발

생한 기포는 형태와 색이 다르므로 기포 검출 시 경계면 영역과 평탄면 영역을 나누어 검출할 필요가 있다.

본 논문에서는 2장에서 경계면 영역과 평탄면 영역 추정 알고리즘을 설명하고, 3장에서는 결론을 기술하였다.

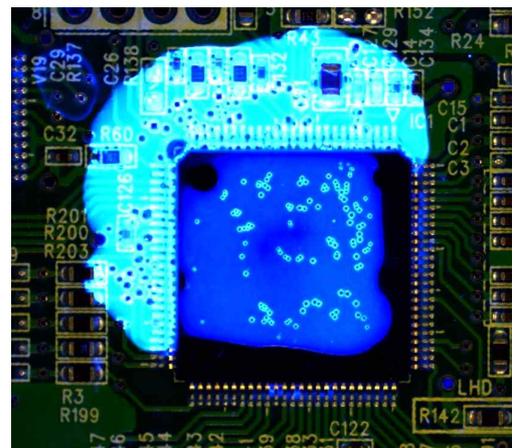


그림 1. Conformal Coating 된 PCB에 발생한 기포

2. 경계면과 평탄 영역 추정 알고리즘

PCB 소자의 경계면과 평탄 영역을 구별하는 알고리즘의 전체 과정은 그림 2와 같다. 카메라를 통해 영상을 입력받는다. 입력받은 영상은 이진화를 적용하여 소자의 평탄면과 나머지 영역으로 구분한다. 구분된 영역에서 윤곽선을 추출하고, 추출된 윤곽선에서 필터링 조건을 이용하여 최종 경계면과 평탄 영역을 얻을 수 있다.

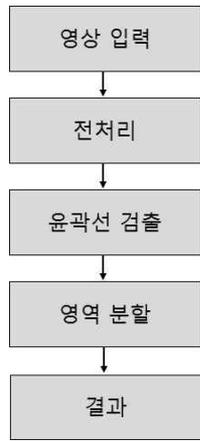


그림 2. 알고리즘의 순서도

2.1 전처리

Conformal Coating 액에 포함된 UV 형광 물질로 인해서 코팅된 PCB를 촬영한 이미지에서는 소자의 평탄 영역은 어두운 파란색을 보이고, 그 외의 영역은 밝은 파란색으로 나타난다. 그림 3은 Conformal Coating 된 소자의 이미지이다. 파란색의 특성을 활용하기 위해 입력 받은 RGB 영상에서 Blue 채널을 이용한다. 그림 4는 Blue 채널 이미지를 보여준다. 소자의 평탄 영역과 나머지 영역에서 밝기차이가 확연하게 구별됨을 알 수 있다. Blue 채널을 이진화 시킨다. 이진화에 사용되는 임계값은 실험적으로 구하였다. 그림 5는 임계값으로 100을 적용했을 때의 이진 이미지이다.

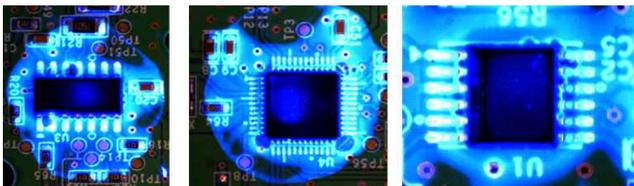


그림 3. Conformal Coating 된 소자 이미지

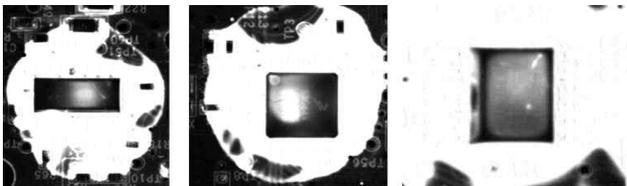


그림 4. Blue 채널 이미지



그림 5. 이진 이미지

2.2 윤곽선 검출과 영역 분할

이진 이미지에서 윤곽선을 추출한다[3]. 이렇게 추출된 윤곽선이

영역을 분할하는 경계선의 후보가 된다. 윤곽선 추출은 OpenCV 라이브러리를 사용하였다. 그림 6은 추출된 윤곽선을 보여준다. 그런데 회로 소자의 구조는 일반적으로 매우 단순한 직선과 원으로 이루어져 있으므로 2진 영상으로부터 추출된 윤곽선에 대해 Ramer - Douglas - Peucker[4-5] 알고리즘을 적용하여 윤곽선을 다각형 형태로 단순화시켜 오검출 확률을 줄인다. 그림 7은 Ramer - Douglas - Peucker 알고리즘을 적용한 결과이다. Ramer - Douglas - Peucker 알고리즘을 적용하면 직선으로 이루어진 다각형 영역을 구할 수 있다.

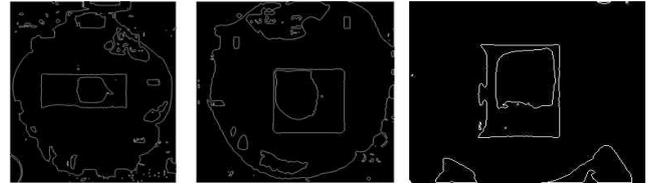


그림 6. 추출된 윤곽선

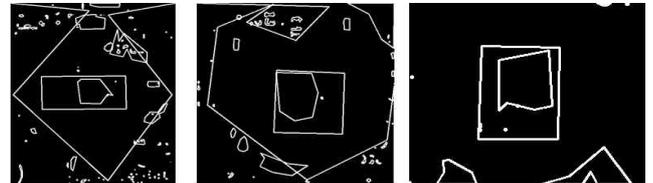


그림 7. Ramer - Douglas - Peucker 알고리즘 결과

다각형으로 단순화되어 표현된 윤곽선에서 꼭지점의 수가 4인 사각형으로 제한하고 일정 이상의 면적으로 갖는 윤곽선을 찾아 최종적으로 소자의 평탄 영역을 판정한다. 그림 8은 꼭지점의 수가 4인 다각형을 보여준다. 그리고 면적 조건을 적용하여 그림9와 같이 소자의 평탄 영역을 추출한다. 평탄면 영역 주변은 소자의 경계면 영역이 된다. 그림 10은 최종 결과를 보여준다.

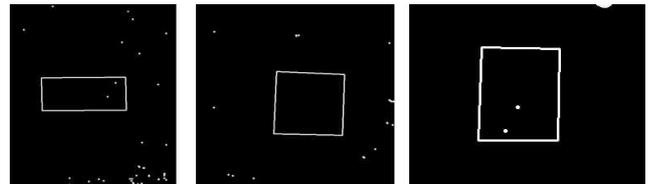


그림 8. 꼭지점의 수가 4인 다각형

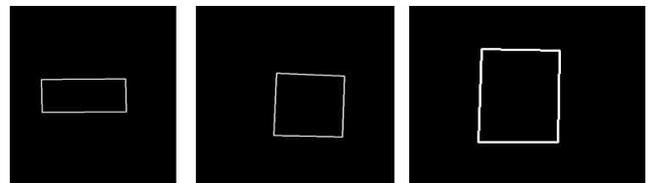


그림 9. 소자의 평탄 영역

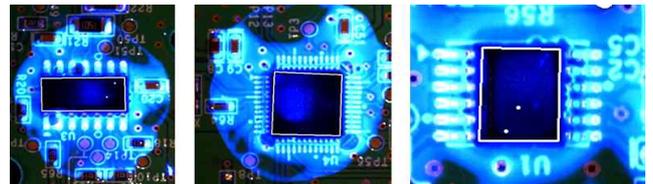


그림 10. 최종 결과 이미지

3. 결 론

본 논문에서는 영상처리 알고리즘을 적용하여 Conformal Coating 된 PCB에서 회로 소자의 경계면과 평탄 영역을 추정 및 분할 하였다. UV 형광 물질이 첨가된 Conformal Coating 영역에 대한 이미지의 특성을 반영해서 Blue 채널 영상에 대해 알고리즘을 적용하였으며, 특히 초기 단계에서 이진화를 수행해서 전체적인 연산 부담을 최소화하였다. OpenCV 라이브러리에 기반한 알고리즘을 적용해서 영역을 효과적으로 분할할 수 있음을 보였다.

참 고 문 헌

- [1] 조선비즈, 자동차와 ICT의 '만남과 대결' 지각변동 진원지 전장기술, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/01/03/2017010302597.html#csidxcf8e828ba66f72daa940cd8e2b02133, 2017. 1. 4.
- [2] ISO 26262:2011 Road vehicle - Functional Safety, Part 1~10, ISO (International Organization for Standardization), 2011.
- [3] Suzuki, S. and Abe, K., Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following. CVGIP 301, pp 32-46 (1985)
- [4] U. Ramer, "An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves," Computer Graphics and Image Processing, vol. 1 (3), pp. 244-256, 1972.
- [5] D. H. Douglas and T. K. Peucker, "Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature," Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization, vol. 10 (2), pp. 112-122, 1973.