

이미지스캐너를 사용한 인쇄회로기판의 패드추출 방법

Pad data extraction method for PCB by image Scanner

정진희, 박태형

충북대학교 제어계측공학과

Jin-He Jung, Tae-Hyung Park

Dept. of Control & Instrumentation Eng., Chungbuk National University

jjh1104@dcclick.net

ABSTRACT

인쇄회로기판(PCB)을 조립 또는 검사하는 장비의 작업 프로그램 작성을 위해서는, 납땜 패드의 위치와 크기에 대한 데이터가 필요하다. CAD 파일, 거버 파일 등을 사용하여 패드를 추출하는 방법이 많이 사용되고 있으나, 본 논문은 이미지 스캐너를 사용하여 추출하는 방법을 새로이 제안한다. 제안된 방법은 통계적 영상 처리를 적용하여, 기존의 일반적인 영상처리 방식보다 기판 별 패드 색상의 차이에 강인하다. 실제 PCB 에 대한 실험을 통하여 제안 방법의 성능을 검증한다. 제시된 방법은, CAD 파일과 거버 파일의 확보가 어려운 임가공 업체 등의 생산현장에서 사용될 수 있다.

Key words: 통계적 영상처리, 인쇄회로기판, 이미지 스캐너, 자동 프로그래밍

1. 서론

PCB 조립 및 검사 시스템은 인쇄회로기판(Printed Circuit Board)에 부품을 조립하고, 검사는 시스템이다. 이 시스템에서 작업프로그램 작성을 위해 가장 중요한 것은 부품위치 데이터 추출이다. 이 부품위치 데이터는 PCB 패드(Pad)의 위치, 면적, 모양을 포함한다. [1]

부품위치 데이터를 얻을 수 있는 입력은 PCB에 대한 영상파일, 교시용 카메라, 거버(Gerber)파일, 그리고 캐드파일 네 가지가 있다. 본 논문은 영상파일을 입력으로 하며, 영상파일은 이미지 스캐너로부터 얻는다. 영상파일을 입력으로 한 패드추출은 PCB의 캐드파일이나 거버파일을 확보하기 어려운 경우 유용하게 사용될 수 있다.

본 논문에서는 스캐너로부터 얻은 영상파일로부터 패드의 정보를 추출하는 통계적인 영상처리 방법을 제안한다. 제안한 방법의 패드추출 효율성을 알아보기 위해 예시 추출 기반의

일반적인 영상처리 방식과 비교한다.

2. 스캔 한 PCB영상의 특징

스캐너로 얻은 PCB 영상은 몇 가지 특성을 갖는다. 첫째, 추출해야 할 패드가 전체 영상에 비해 그 크기가 작고, 산개해 있는 사각형 형태가 많다는 것이다. 따라서 단순한 허프변환이나 모양 검출 알고리즘을 사용하여 패드를 추출하는 것은 불가능하다. [2]

둘째, PCB의 구성과 색 성분들 다양하다는 것이다. 형태적으로는 패드로만 구성된 간단한 것부터, 그림 1과 같이 패드와 패드를 잇는 선 그리고 부품장착을 위해 그려진 문자와 기호로 이루어진 복잡한 것에 이르기까지 많은 종류가 있다. 또한 이러한 구성 요소들의 색 성분들도 다양하다. 간단하게 구성된 PCB는 적절한 임계 값 선정으로 쉽게 패드를 추출할 수 있으나 대부분의 경우는 불가능하다.

마지막으로 가장 문제가 되는 특징은 패드 표면의 요철과 스캐너 광원에 의한 난반사로

인한 잡음이다. 그림 2를 보면 이진화를 위한 임계 값 선정과 에지 추출이 어렵다는 것을 알 수 있다. [2] [3]

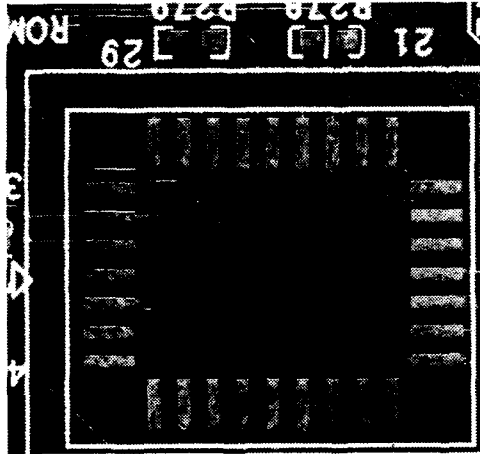


그림 1. 스캔 한 PCB 영상 일부분

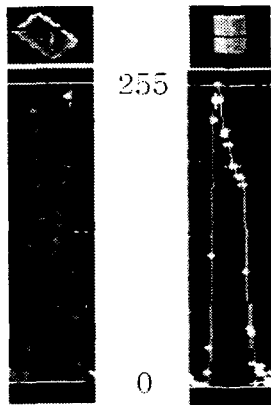


그림 2. 스캔 한 패드의 횡축 밝기

3. 정규분포를 이용한 패드추출

본 논문에서 제안하는 정규분포를 이용한 패드추출 알고리즘은 그림 3과 같은 과정을 거친다. 기준데이터는 선정된 임의의 패드의 색 정보로부터 생성된다. 기준데이터로부터, 영상을 3개의 코드(배경, 패드, 흰색)를 갖는 RLC(Run Length Code)로 변환한다. 패드영역을 결정하기 위한 시작점은 패드영역으로 설정되지 않은 코드로 결정된다. 이 시작 코드로부터 패드영역 결정 알고리즘을 거친다. 영상에 대한 모든 코드 중 패드영역 결정 알고리즘의 입력으로 쓰일 코드가 없다면, 결정된 패드영역들에 대한 검증을 수행한다. 검증에 통과한 패드영역은 패드로 등록된다.

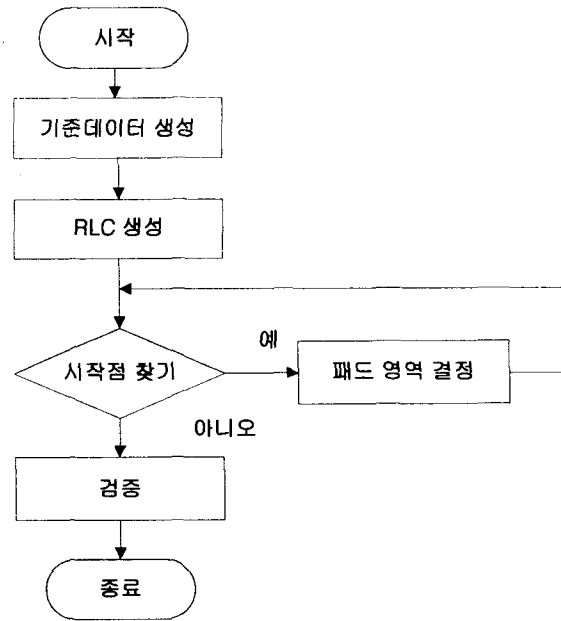


그림 3. 정규분포를 이용한 패드추출 과정

3.1 기준데이터 생성

패드의 색에 대한 기준데이터를 생성해야 한다. 기준데이터가 필요한 이유는 PCB 종류마다 색 성분이 다르기 때문이다. 따라서 PCB 특성을 고려한 작업을 하기 위해서, 사용자가 PCB영상에서 하나의 샘플 패드영역을 설정하고, 그 영역 안의 색상정보를 이용한다.

패드의 히스토그램은 정규분포이므로, 패드의 색에 대한 RGB의 평균(μ)과 편차(σ)는 유효한 데이터이다. 본 논문에서는 기준데이터를 RGB성분에 대한 평균과 편차로 정의한다.

3.2 RLC 생성

RLC로 변환하는 이유는 연산 속도를 빠르게 하며, 패드영역의 확장과 축소에 사용되는 제한사항들을 쉽게 적용할 수 있기 때문이다. [4] 배경, 패드, 흰색 3가지로 라벨링할 때 기본적으로 $\mu \pm \sigma$ 을 패드영역으로, 이 아래쪽을 배경, 위쪽 영역을 흰색(기호, 선)으로 정의하여, RLC를 생성한다. 단 연산 대상 픽셀의 RGB 기울기가 기준데이터의 RGB기울기 패턴과 비슷한 경우 패드영역의 범위를 $\mu \pm 1.5\sigma (\sim 2.0\sigma)$ 으로 확대하고, 이 결과를 RLC코드로 변환한다. [5]

3.3 패드영역 결정

앞에서 설명한 방법으로 시작점을 찾는다. 시작점으로부터 패드의 최초영역 설정하고, 확대와 축소를 통해 패드영역을 결정하는 과정을 설명한다. 전체적인 과정은 그림 4와 같다.

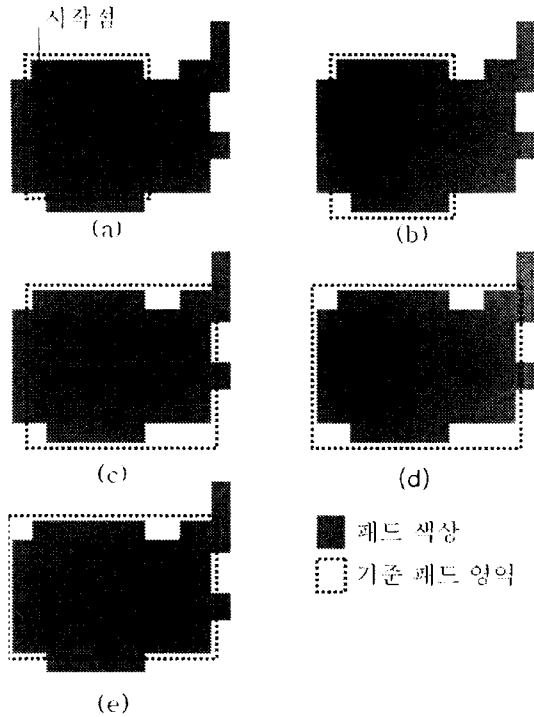


그림 4. 패드영역 결정 과정

그림 4(a)는 최초 패드영역이 시작점에서 패드 색상을 갖는 행(w_0), 열(h_0) 길이와 같은 폭, 높이를 갖는 사각영역으로 설정되는 것을 보여준다. 최초 패드영역은 확장과 축소는 번갈아 가며 반복 수행된다. 이러한 과정에서 영역이 더 이상 변화하지 않을 때, 패드 후보의 영역이 결정된다.

확장과 축소는 아래, 우측, 위, 좌측 순으로 진행되며, 그림 4(b)~(d)는 확장을, 그림 4(d)는 축소를 나타낸다. 위와 같은 순서로 확장을 4방향으로 수행한 후 축소 4방향을 진행한다.

확장에 대해 오른쪽 확장 예를 들겠다. 각 방향에 대해서는 쉽게 변형할 수 있다. 그림 5는 (c)에서 (d)로 확장할 때 패드 영역의 오른쪽 부분을 확대한 것이다.

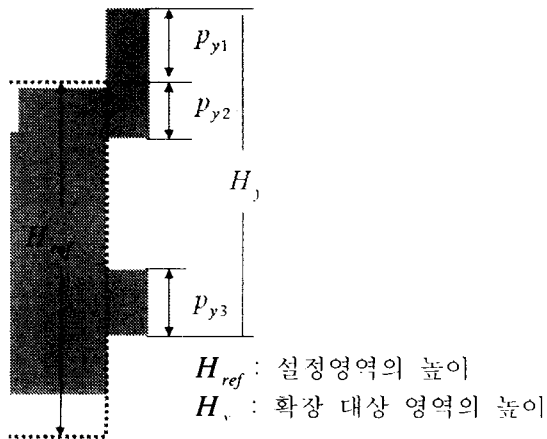


그림 5. 오른쪽 확장 예

확장하기 위해서는 다음의 두 식을 만족해야 한다.

$$\left| 1 - \frac{H_y}{H_{ref}} \right| < W_{th} \quad (1)$$

$$\frac{p_{y2} + p_{y3}}{H_{ref}} > N_{th} \quad (2)$$

식 (1)의 W_{th} 는 길이 확장율에 제한이며, 식 (2)에서는 N_{th} 은 화소 수비율에 대한 제한이고 p_{y1}, p_{y2}, p_{y3} 는 검사 대상의 픽셀 수이다.

그림 5에서 식 (1)은 변화 값이 작으므로, 참이고, 식 (2)는 p_{y2}, p_{y3} 가 H_{ref} 에 비해 상당히 작으므로 거짓이 된다. 따라서 오른쪽 확장은 제한된다.

축소는 4방향 확장 후 패드영역의 변화는 확장을 위한 식 (1), (2)를 만족시키지 못하는 경우를 제거하기 위해 수행된다. 그림 4(d)에서 (e)로 되는 과정을 예로 들겠다. 그림 6은 그림 4(d)의 아래 부분을 확대한 것이다.

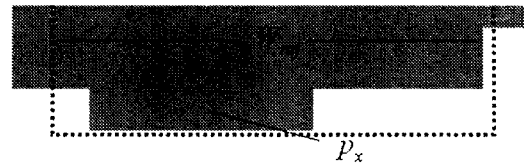


그림 6. 아래 쪽 축소 예

축소를 위해서는 다음 식을 만족해야 한다.

$$\frac{W_{ref} - p_x}{W_{ref}} < H_{th} \quad (3)$$

식 (3)은 설정 영역의 길이에 대한 홀(hole) 비율(H_{th})에 대한 제약 조건이다. 그림 6은 식 (3)을 만족하여, 그림 4(e)와 같이 축소된다.

3.4 검증

검증을 하기 위해, 기준데이터로부터 얻은 평균과 편차를 다음 식에 적용한다. 화소 i 가 패드영역일 확률 p_i 는 다음과 같으며, 그림 7은 p_i 를 그린 것이다.

$$p_i = e^{-\frac{(b_i - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

단, p_i 는 화소 i 가 패드영역일 확률이고, b_i 는 화소 i 의 밝기 값이다.

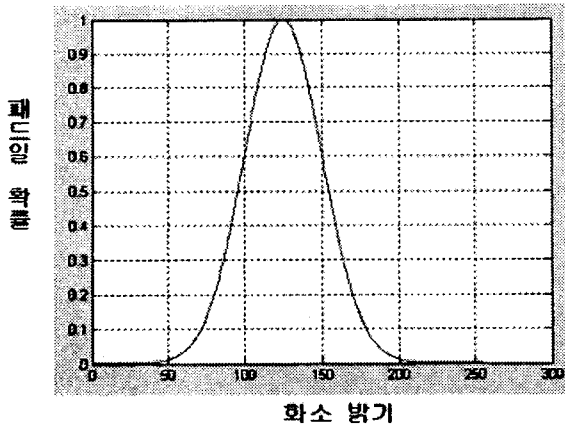


그림 7. $\mu=125, \sigma=25$ 일 때 R에 대한 그래프
 임의 영역이 패드영역으로 평가되기 위한 식은 다음과 같다.

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{T_w \times T_h} \quad (5)$$

단, T_w, T_h 는 검사 영역의 폭과 높이이고, n은 패드영역의 화소 수이다. 식 (5)는 영역 내의 모든 화소들에 대한 확률 합과 영역의 면적의 비율을 의미한다. 즉 이 함수의 값이 크다는 것은 검사 영역이 패드일 확률이 크다는 것을 의미한다.

최종적으로 검사 영역에 대한 판단은 다음과 같다.

$$f \geq R_h \quad (6)$$

R_h 는 실험적으로 정해지는 임계 값이다. 식 (6)이 참일 때 검사영역을 패드로 등록한다.

4. 실험 결과

본 논문에서 스캐너로부터 얻은 영상파일로부터 패드의 정보를 추출하는 통계적인 영상처리 방법을 제안하였다. 제안한 방법의 패드추출 효율성을 알아보기 위해 에지 추출 기반의 일반적인 영상처리 방식과 비교하여 실험하였다.

사용된 에지 기반 영상처리 워크프레임은 기준데이터 생성, 전처리, 에지 추출, 분할, 패드추출, 검증으로 구성하였다. 전처리에는 평균필터, 가우시안 필터와 히스토그램 확장 기법이 사용되었으며, 에지 추출 단계에서는 캐니(Canny)에지 검출방법[3]을 사용하였다. 분할은 에지를 연결함으로써 수행된다. [6]

실험에 사용된 영상은 600dpi로 스캔 한 노트북용 PCB 이미지의 5개의 부분영상이고, 추

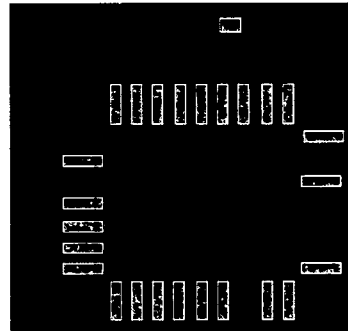
출 대상은 직사각형으로 이루어진 패드이다. 패드추출 기준은 실제 패드와 추출된 패드의 위치가 같고, 면적이 65% 이상 유사할 경우이다. 표 1은 두 방법에 대한 실험 결과이다.

제안한 통계데이터를 이용한 방법에 대한 실험은 확장에 대한 임계 값 W_{th}, N_{th} 는 0.3, 0.7에서, 축소를 위한 임계 값 H_{th} 는 0.6에서, 패드 검증 임계 값 R_h 는 0.5에서 좋은 성능을 보였다.

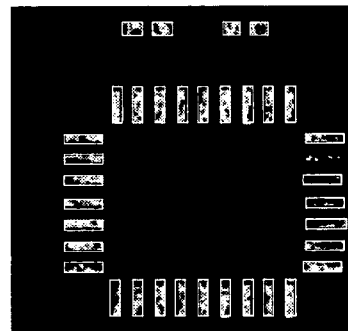
표 1. 결과 비교

대상 기판	전체 패드 개수	패드추출 개수	
		에지를 이용한 방법	통계데이터를 이용한 방법
T0	36	26	35
T1	50	26	49
T2	34	23	33
T3	41	12	23
T4	54	32	43

그림 8 (a)는 에지를 이용한 패드추출 결과 영상이며, 그림 8(b)는 통계데이터를 이용한 패드추출 결과이다.



(a) 에지를 이용한 방법 결과 영상에



(b)통계 데이터를 이용한 방법 결과 영상에

그림 8. T0에 대한 패드추출 결과 영상

실험 결과 패드추출률은 에지 기반의 영상처리는 55%이고, 통계데이터를 이용한 영상처리는 85%로 제안된 방법이 더 우수함을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문은 PCB에 납이 도포되는 패드를 추출하기 위해 통계적 방법으로 정규분포를 사용한 영상처리 기법을 제안하였다. 일반적으로 많이 쓰이는 에지 기반 영상 처리를 이용한 경우는 더 정확한 데이터 값(위치, 면적, 형태)을 얻을 수 있다. 그러나 많은 잡음적 요소들로 인해 에지 추출이 쉽지 않았으며, 분할을 위해 에지 연결을 이용하는 것은 더욱 어렵다. 반면 평균과 편차를 이용해서 라벨링하고, 확장 축소를 한 후 얻어진 패드후보에 대한 검증을 사용한 기법은 간단하면서도, 전자에 비해 더 강인한 결과를 얻을 수 있었다.

제안된 알고리즘이 실제 PCB 조립 및 검사 작업의 자동 프로그래밍 소프트웨어에 적용된다면, 패드의 인식률을 높여야 하고, 다양한 패드 모양을 인식해야 한다. 따라서 앞으로 이러한 점을 개선시키기 위한 연구를 계속 할 예정이다.

6. 참고문헌

- [1] 박태형, "전자조립용 CAM 시스템의 개발 동향," 전자 공학회지, 제 36권, 3호, pp. 272-280, 1999.
- [2] G. X. Ritter; J. Wilson, Computer vision algorithms in image algebra. CRC Press, 2001
- [3] J. Canny, "A computational approach to edge-detection," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 9, no. 6, pp. 679-698, 1986.
- [4] Di Zenzo, S.; Cinque, L.; Leviardi, S., "Run-based algorithms for binary image analysis and processing", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 18, pp. 83 - 89, 1996.
- [5] P. K. Sahoo, S. Soltani, A. C. Wong, and Y. C. Yen, "Threshold selection based on histogram modeling," IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 1, pp. 351-356, 1992.
- [6] J. H. Elder, S. W. Zucker, "Computing contour closure", Proc. European Conf. Computer Vision, Vol. 1, pp. 14-18, 1996.