

PCB 조립로봇 자동화를 위한 시스템 구현

김 상 주, *강 진 구, **최 승 욱, 이 장 명
부산대학교 전자공학과, *극동대학, **창원전문대학
전화 : 055-279-5022 / 핸드폰 : 019-552-4697

Realization of PCB Insert Machine Automation

Sang-Ju Kim, Jin Gu Kang, Sung Yug Choi, Jang Myung Lee
Dept. of Electronics, Pusan University
E-mail : sychoi3@korea.com

Abstract

This paper has been realized PCB insert machine automation system. For the reduction of the install programming time as well as possible, a new technique is addressed. In detail, an image frame is initially divided into one area whose size decreases according to the distance from hole to hole on PCB. Searching center of hole using a threshold method after median filtering. At every moment of mouse click, area is shifted to locate the hole, and detect a center of hole in a new area. Experimental results are demonstrated to verify the superiority of this scheme in detecting position of part by comparing with a man of experience.

I. 서론

현대 사회에서 전자제품은 PCB기판에 부품이 조립되어 있으며, 대량 생산을 위해 산업 현장에서는 PCB 조립로봇을 사용하여 부품을 삽입함으로써 기판조립의 생산성 향상과 불량발생을 차단하고 있다.

그러나, 현재 전자제품 조립라인에 사용되고 있는 부품삽입 로봇(Insert machine)은 일본 등에서 수입되어 사용되고 있으며, 수억 원대의 고가 장비임에도 불구하고 PCB 기판에 부품을 세팅해주는 작업은 숙련된

작업자가 카메라로부터 입력되는 화면을 보고 일일이 수작업으로 맞춰 주고 있는 실정이다. 이는 현대 사회에서 변화하는 기술에 따라 새로운 상품이 필요한 다품종 대량생산에 부적합한 구조이므로, 이를 자동화하는 프로그램을 개발하는 것이 요구되어 진다.

이를 위해, 이미 제작되어진 PCB로부터, 부품에 관한 정보를 빠른 시간에 검출하는 것이 요구된다. 또한 PCB 조립부품의 위치 및 종류, 방향 정보를 RS-232 통신을 사용하여 로봇에 다운로드 함으로써 생산환경을 효율적으로 관리할 수 있으며 나아가, 각각의 로봇을 네트워크로 연결한 후, CAN(Controll Area Network)을 사용하여 정보를 전달함으로써 공장자동화를 이루는 기반기술이 될 수 있다.

본 연구의 목표를 정리하면 다음과 같다.

- ① 로봇 세팅을 위하여 완성된 PCB로부터 직접 부품 정보를 마우스 클릭만으로 제공받을 수 있다.
- ② 검출된 부품정보를 RS-232를 통해 직접 로봇으로 다운로드 할 수 있다.
- ③ 개발된 프로그램 및 시스템을 독립된 제품으로 구성하여, 별도의 상품화가 가능하다.

II. 본론

2.1 기존의 PCB 조립로봇 초기화 환경

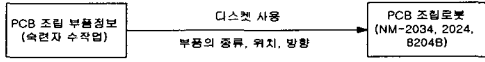


그림 3. 시스템 운용 블록도

기존의 산업현장에서는 위의 그림 1에서와 같이 PCB 조립로봇에 부품정보를 입력하고 있으며, 작업환경은 그림 2와 같다.

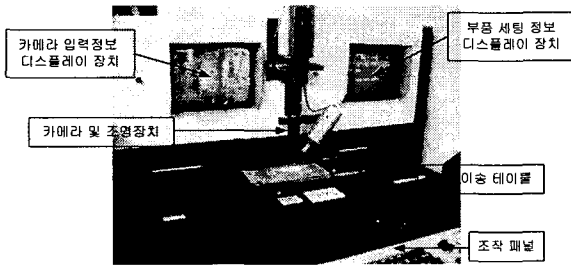


그림 4. 부품 정보 검출 환경

그림 2에서와 같이 PCB를 이송 테이블 위에 PCB를 올린 후, 조작 패널의 키 조작으로 1 [mm]씩 움직여, 카메라 입력정보 디스플레이의 중앙에 부품이 위치하도록 조절하고 있다. 이때, 디스플레이 화면은 그림 3의 전체 PCB(400×150 [mm])중에서 그림 4와 같은 일부분(30×20 [mm])만을 비추고 있다.

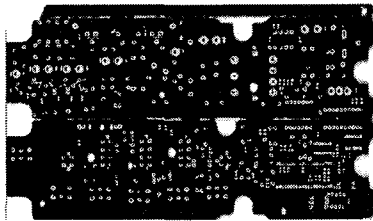


그림 5. 작업 대상 PCB

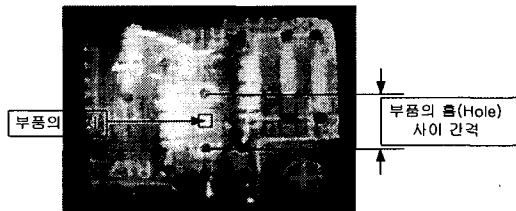


그림 6. 부품위치 디스플레이

이러한 작업은 현재 작업 위치를 혼동하여, 전체 PCB 중에서 현재 디스플레이 되고 있는 부품의 위치를 육안으로 다시 확인한 후, 작업을 계속하는 경우가 자주 발생되며, 이는 작업시간을 지연시키는 주된 요소가 되고 있다.

2.2 조립부품의 상세 정보

디스플레이 장치를 통하여, 작업자가 취득해야하는 부품정보는 그림 5와 같다.

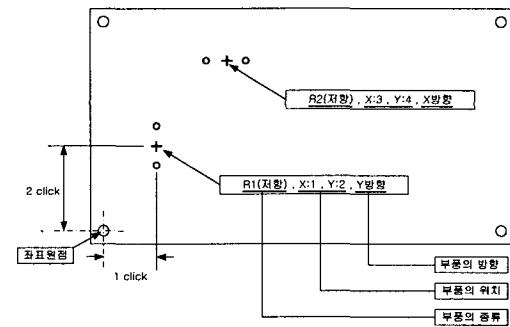


그림 7. 삽입 부품에 대한 상세 정보

위의 그림 5에서와 같이 PCB의 좌표원점으로부터 부품의 종류 및 위치와 방향에 관한 정보를 순서대로 산출하여야 한다. 여기에서 취한 부품의 정보를 기반으로 조립로봇의 엔드툴(End Tool)의 위치와 방향을 일치시키게 되므로, 로봇의 반복 정밀도를 고려할 때 부품에 대한 정보는 0.5 [mm]이하의 정밀도를 가져야한다. 또한, 이 작업은 부품정보의 순서에 따라 조립 순서를 결정하게 되므로, 전체 공정의 조립시간에 까지 영향을 미치는 중요한 작업이다. 여기에서 추출되어진 정보는 파일로 저장하여 PCB 조립로봇으로 전달된다.

2.3 제안하는 PCB 조립로봇 초기화 환경

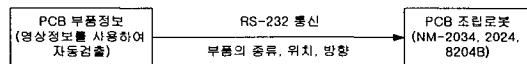


그림 8. 제안하는 시스템 운용 블록도

앞서 언급한 문제점을 보완하는 방법으로 별도의 전용입력장치인 스캐너를 사용하여, 영상정보를 입력받은 후, 컴퓨터로 디스플레이 하여 정보를 검출하는 방법을 제안한다. 이를 위해 개발된 프로그램은 그림 7과 같다.

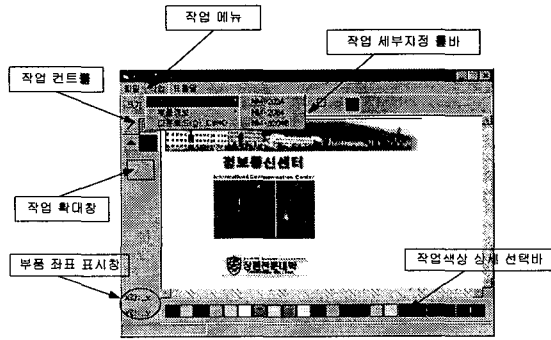


그림 9. 프로그램 구성요소

2.4 영상 정보처리

2.4.1 입력영상 캘리브레이션

스캐너를 통해 입력된 PCB기판의 영상정보로부터 정확한 부품위치를 검출하기 위해, 실제 측정을 통한 PCB 기판의 크기정보를 사용하여 기준 단위를 구하며, 이는 식 (1)과 같다.

$$x_{click} = \frac{x_{pixel}}{x_{mm}}, \quad y_{click} = \frac{y_{pixel}}{y_{mm}} \quad (1)$$

정해진 단위는 그림 5에서와 같이 좌표원점을 중심으로 증가방향을 결정한다.

2.4.2 홀(Hole)의 중점 좌표 결정

홀 근처의 위치를 마우스로 클릭하였을 때, 마우스 포인터 위치를 기준으로 일정 크기 영역을 지정하여 작업 확대창에 나타낸다. 이때, 그림 8의 영역을 사용하는 식 (2)의 3×3 메디안 필터와 식 (3)의 이치화, 식 (4), (5)의 중점 구하기를 통하여 홀의 중점 좌표를 검출할 수 있다.

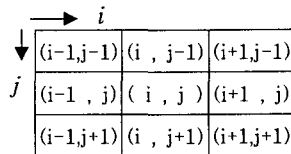


그림 10. 영역지정

$$f(i, j) = g(i, j) * M(i, j), \quad M(i, j) = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

이때, $f(i, j)$ 는 결과 화소의 새로운 농도
 $g(i, j)$ 는 256 gray 입력 화소의 농도
 $M(i, j)$ 는 median filter 이다.

$$b(i, j) = \begin{cases} 1, & f(i, j) \geq t \text{ 경우} \\ 0, & f(i, j) < t \text{ 경우} \end{cases} \quad (3)$$

이때, $b(i, j)$ 는 이진(binary) 화소의 농도
 t 는 조절되어진 임계값(Threshold)이다.

$$Area = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b(i, j) \quad (4)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m j b(i, j)}{Area}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m i b(i, j)}{Area} \quad (5)$$

이때, (\bar{x}, \bar{y}) 는 구해진 홀의 중점좌표이다.

제안하는 PCB조립로봇 초기화 작업은 아래의 그림 9와 같이 요약된다.

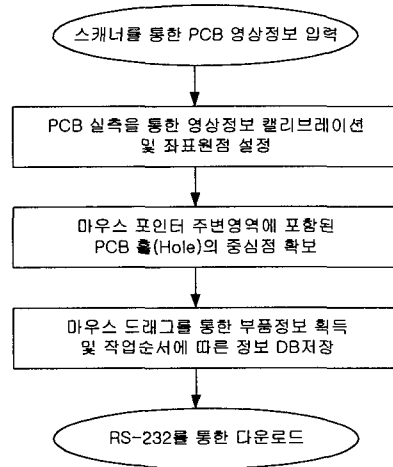
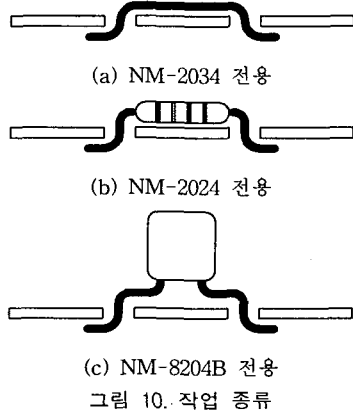


그림 11. 제안하는 작업 순서

작업메뉴는 실제 조립작업을 위한 세부내용으로 먼저, 작업을 위한 기준선정을 위해 초기화를 전제로 한다. 각각은 일본 마쯔시다 로봇으로 NM-2034는 점퍼 선을 전용으로 삽입하는 로봇이며, NM-2024는 저항 및 다이오드와 같이 원통형의 누워있는 부품의 종류를 전용으로 삽입하는 로봇이고, NM-8204B는 콘덴서 중

류와 같이 원통형의 세워진 부품을 전용으로 삽입하는 로봇이다. 이는 각각 그림 10의 (a), (b), (c)와 같다.



III. 결론

3.1 PCB 부품정보의 획득

작업 대상 PCB의 견본이 그림 3과 같을 때, 이는 PCB의 아랫면(Bottom)을 보이고 있다. 이는 전용의 CAD 정보로부터 만들어 지는 것으로, 궁극적으로 제안하는 방법 또한, 이러한 CAD 정보로부터 직접 부품의 위치정보를 구하는 방법을 지향하고 있다. 이것이 가능하다면 로봇의 초기화 작업을 위하여 일일이 마우스를 클릭하는 수고조차도 자동화 될 수 있다.

그러나 PCB의 CAD정보는 제품을 개발하기 위한 회사의 기밀 사항으로 외부로 유출을 막고 있기에, 제품 개발회사에서 직접 PCB 조립을 하지 않는 현재의 상황에서는 적합하지 않다.

하지만, PCB의 CAD정보는 부품의 PartList 및 NetList를 포함하고 있으므로, 제품의 기획 이후에 PCB 생산으로부터, 부품의 조립 단계까지 전체를 자동화 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서, 조립의 정확성뿐만 아니라, 부품의 재고 수량까지 관리가 가능하므로 본 프로그램의 효용가치를 증대시킬 수 있다.

3.2 작업결과

저항 및 다이오드, 점프선(Jumper)과 같이 홀의 위치가 직선 모양으로 이루어져 있을 때, 작업결과 화면은 그림 11과 같다.

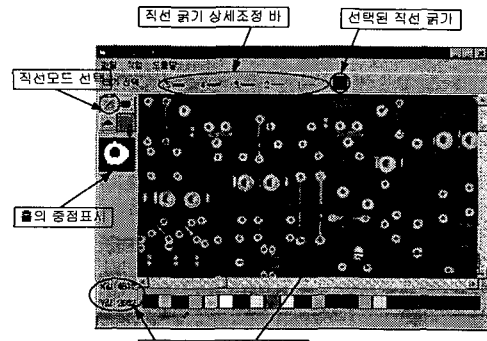


그림 11. 직선 모드 작업 결과

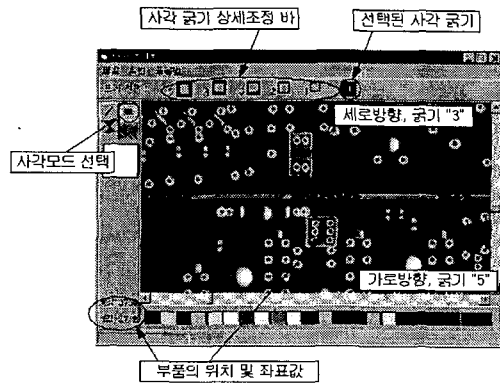


그림 12. 사각 모드 작업 결과

위의 그림 12에서와 같이 사각형모드를 선택하면 부품의 중앙위치를 구할 수 있으며, 이는 SMD 타입 부품의 장착을 위한 것이다. 따라서, 제안한 방법을 사용하여, 향후 출시 가능한 어떠한 PCB 조립 로봇에도 적용할 수 있다.

[참고문헌]

- [1] C. S. Choi, H. H. Choi, J. G. Song, J. M. Lee, "The Detection of Lanes and Obstacles in Real Time Using Optimal Moving Window," International Journal JSME, Series C, Vol.44, No.2, pp. 567-578, 2001
- [2] 김상주, 허화라, 최승욱, "영상정보를 이용한 PCB 조립로봇 자동화," 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 제5권, 제1호, pp. 570-573, 2002. 5.