

트랜지스터 검사용 온라인 비전 시스템

노경완*, 전정희, 김충원
조선대학교 컴퓨터공학과
광주광역시 동구 서석동 375, (501-759)
brianroh2@hotmail.com

On-line Vision System For Transistor Inspection

Kyeongwan Roh*, Junghee Jun, Choongwon Kim
Department of Computer Engineering, Chosun University
#375, Seoseok-dong, Dong-gu, Kwangju 501-759
brianroh2@hotmail.com

Abstract

This paper present an efficient techniques for visual inspection of taped electronic parts, suitable for real time implementation. The main environments of developed system are IBM-compatible personal computer, frame grabber, digital input-output board. It is connected to the programmable logic controller unit of the taping machine in real time. Using a queuing structure, Operator or extractor machine can remove easily the defect one from production line. Also, we design a new illumination system for acquiring shape and subface features of object. Therefore, it reduce pre-processing step and processing time.

자연스러운 이용으로 나아갔다. 특히, 제품의 품질 관리의 최적의 생산 사이클과 최소의 제품 폐기를 목표로 하는 대부분의 대량 생산품에서는 매우 중요한 문제이다^[1].

트랜지스터와 같이 대량 생산되는 부품을 검사하는 검사자는 단순히 정해진 표준에 대하여 시각적으로 작업을 행한다. 사람의 눈은 매우 정교하지만, 조밀한 부분의 작은 치수 변화를 정밀하게 측정할 수 없으므로 정밀한 측정기를 사용해야 한다. 또한, 검사자의 주관적인 판단이나 신체적 피로가 제품의 품질 관리에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 문제들로 대부분의 대량 생산 공장에서 요구하는 모든 제품들의 100% 품질을 만족시키기는 어렵다.

1. 서론

시각 검사의 중요성은 현재의 제조업 분야의 필요에 의해 증대되고 있다. 대다수의 비전 시스템의 응용은 제조업이나 방위 산업 분야에서 찾을 수 있는데, 특히 제조업의 분야에서 비전은 검사, 측정, 그리고 인식 등의 여러 가지 일을 수행한다. 제품의 인식과 검사를 통한 제품의 품질관리와 전기적 또는 기계적인 장치들의 세어를 위한 비전 시스템은 산업 현장에서 중요한 위치를 차지해가고 있다.

반면에, 자동 검사 시스템은 주관적인 면을 배제하고, 고속으로 여러 부분의 계측을 할 수 있도록 한다. 그리고, 이것은 신체적 피로감이나 주간·야간 등의 환경적 영향에서도 자유로워 충분한 생산 시간을 가질 수 있으며, 노동력을 대체하여 높은 생산성과 비용의 감소로 제품의 경쟁력을 높이고, 정확한 측량을 할 수 있으므로 수요자에게 높은 신뢰감을 줄 수 있다.

신뢰도, 다양성, 빠른 처리 속도, 제품 처리의 통합, 비용 절감 등의 산업 부문에서의 요구는 미신 비전의

본 논문에서, 우리는 트랜지스터를 위한 시각 검사 시스템을 개발하였다. 제안된 비전 시스템은 실시간으로 시각 검사를 이룰 수 있도록 하는 효과적인 광학 시스템과 알고리즘을 개발하였다.

2. 측정 기준

여기에서 처리하는 모든 영상 처리의 결과의 판단은 어떠한 한도를 벗어날 경우에 불량이라고 결정을 하게 된다. 이와 같은 결정을 위해서 측정을 위한 기준이 필요하게 되는데 이것은 제품의 치수 표에 나타난 것을 바탕으로 하여 기준 치수와 허용 오차를 갖는다. 측정 기준에 만족하지 못하는 트랜지스터는 PCB의 자동 삽입 기계를 사용했을 때 문제를 발생시키고, 이를 교정하기 위하여 기계를 세우고 사람이 개별적으로 제거해야 하므로 시간과 경비의 소모가 따른다^{[2][3]}.

트랜지스터의 측정 기준에는 다음과 같은 치수들을 갖는다. T0는 홀과 홀사이의 거리, T1은 왼쪽 홀에서 왼쪽 리드선까지의 거리, F1은 왼쪽 리드선에서 가운데 리드선까지의 거리, F2는 가운데 리드선에서 오른쪽 리드선까지의 거리, H는 홀에서 트랜지스터 머리 하단의 경계선까지의 거리이다.

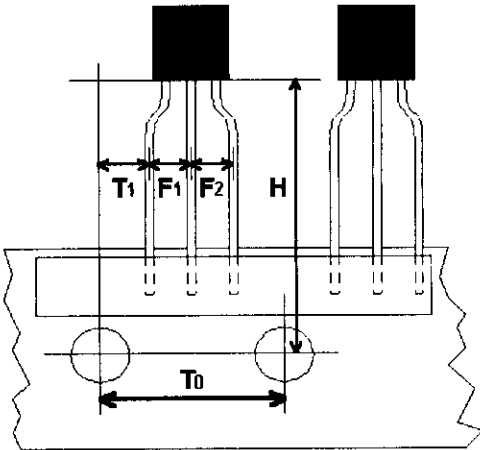


그림. 1 트랜지스터의 측정 기준

3. 시스템 환경

트랜지스터 시각 검사 시스템은 다양한 종류의 트랜지스터를 가지고 실험하였다. 사용된 시스템은 200MHz 펜티엄 프로세서를 갖는 IBM 호환 PC, Matrox Meteor RGB 프레임 그레버, DT2831 디지털 입출력 보드 등으로 이미지 처리와 제어를 관리하고, 광학 시스템을 위해서는 5×8, 2×8의 두 조의 LED 세트와 동경진자의 CS8300 B/W CCD 카메라를 사용하였다.

전체 시스템의 환경은 그림 2에 나타나 있는 것과 같다. 그림에 나타난 것처럼, 트랜지스터가 검사되는 위치와 암실 밖에서 트랜지스터가 제거되는 위치를 정

하여 검사와 추출이 이루어진다. 두 지점사이의 트랜지스터 검사 정보를 유지하기 위해 큐(queue)를 사용하였고, PLC의 제어를 위한 디지털 입출력 보드인 DT2831을 이용한 프로그램을 설계하였다.

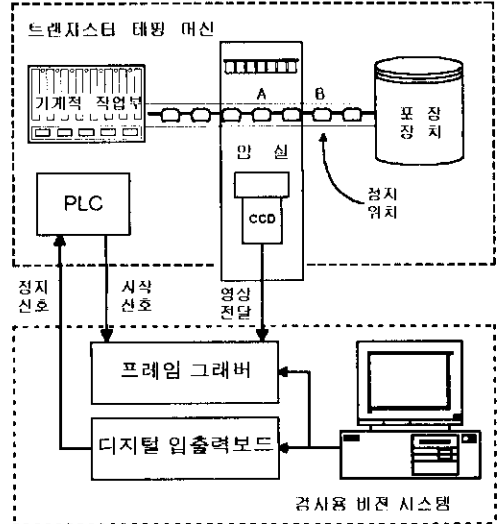


그림. 2 검사 시스템의 환경

즉, 카메라가 있는 위치에서 검사되는 트랜지스터에 불량이 있을 때에는 해당 검사 정보를 큐에 저장하였다가 암실 밖의 일정한 위치에서 트랜지스터를 제거하기 위한 장치를 신호하거나, 사용자가 직접 제거할 수 있도록 태핑 머신을 정지시키기 위한 신호를 PC에서 내보낸다. 현재는 후자의 형태로 디지털 입출력 보드에서 태핑 머신의 PLC로 제어 신호를 보내 정지 위치에서 기계를 세우고 이와 동시에 화면상에 현재의 정지위치에 나타난 불량 트랜지스터의 이미지와 불량 항목을 화면상에 출력하면 검사자가 해당 불량을 확인하고 조작용이 트랜지스터를 제거하게 된다.

4. 광학 시스템

광학 시스템은 외부의 영향을 최소화하여 일정하게 반복되는 이미지 처리에 적합하도록 이루어져야 한다. 공상내의 형광등과 같은 조명의 영향은 최소화하고, 리드선에 나타나는 반사광도 최소화할 수 있도록 조정되어야 한다. 그래서, 자체 조명, 카메라와 검사할 트랜지스터를 하나의 암실 내에 구성하여 외부의 조명으로부터 분리하였다^[4].

트랜지스터의 리드선이 실루엣으로 보여지기 위해서는 트랜지스터의 뒤로부터 조명이 비추어져야 한다. 편광 필터를 갖는 CCD 카메라와 함께 적색 LED를 사

용하므로써, 기타 주변의 조명으로부터의 영향과 리드선의 표면에 나타나는 반사광의 영향 등을 상당히 감소시키게 된다. 조명은 LED의 배열로 이루어져 있다. 이것은 LED 하나가 고장나더라도 시스템이 정상적으로 동작하도록 하기 위해서 필요한 것보다 약간 많게 설치하였다.

카메라에 들어오는 영상의 상당 영역, 즉 태핑된 트랜지스터의 대지와 관련된 부분을 제외한 영역은 실루엣으로 나타난다. 하단 영역은 전면 확산 조명을 이용하여 대지의 표면을 밝게 나타낸다. 즉, 개발된 암실에서, LED와 아크릴판을 이용한 후면 조명은 실루엣의 효과를 만들어내어 리드선의 휘어짐, 모양 불량, 버리 휘어짐 등을 검사한다. 전면에서도 LED와 불투명 아크릴판을 이용하여 대지 위의 리드선의 휘어짐과 홈의 형태와 위치의 이상을 검사한다. 카메라에는 편광 필터를 사용하므로써, 리드선의 표면에 나타나는 반사광의 영향을 감소시키게 된다. 획득된 영상은 256 그레이 레벨을 갖는 640×480 픽셀의 크기이다.

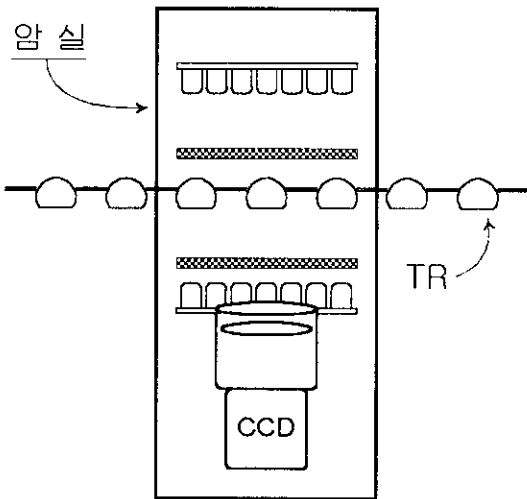


그림. 3 광학 시스템 구성

5. 검사 알고리즘

가존의 검사는 검사원이 한거번에 30~40개의 트랜지스터 다발을 눈으로 비교하고, 경우에 따라 측정기를 사용하여 최종 검사를 수행한다. 온라인 시각 검사 시스템을 도입하므로써, 검사원의 눈에 의한 불량 검사와의 사이에 차이를 줄이는 것이 필수적이다. 개발 단계에서 이러한 차이를 최소화할 수 있도록 별도로 검사하여 문제점을 파악하고 개선하였다. 그러므로, 어떠한 수치가 중요한 파라미터로 고려된다면, 그 값을

측량기로 사용한 것처럼 픽셀간 거리를 계산하여 모니터에 출력하도록 하였다^[5].

획득된 영상은 이미지 처리를 위해 화상을 강조한 뒤에 처리하게 된다. 화상 강조는 지역적 광도의 값이 심하게 변화하는 곳을 강조하는 것으로, 광도의 변화 크기를 계산하여 이루어진다. 다음에는 해당 검사 부분으로 나누어 트랜지스터의 외관과 테이프 표면을 검사하게 된다^{[6][7]}.

A. 리드선의 검사

리드선의 검사는 여러 부분의 검사 중에서 가장 중요한 부분이며, 실제로 PCB 자동 부품 조립 시스템에서 문제를 야기할 수 있는 부분이다.

대지 방향을 x축, 대지와 직각인 방향을 y축이라 하고, 대지상단에서 y축으로 2mm되는 부분의 리드선을 시작으로 1mm 단위로 하여 3mm, 4mm, 5mm, 6mm, 6.5mm지점에서 x축으로 라인 프로파일을 설정하여 리드선의 에지와 리드사이의 간격을 조사한다. 이러한 프로파일들에서 그레이 레벨의 최대 변화율을 나타내는 점들을 찾아 리드선의 에지를 추출하고, 이 리드선의 에지의 중간값을 구한다.

다음에는 3개의 리드선들의 중간점들을 서로 비교하여 각각의 치수 간격을 측정하게 된다. 이렇게 2mm에서 1mm간격으로 6지점을 검사하므로써 어떤 리드선사이의 간격이 너무 짧거나 멀다면 리드선의 모양이 이상함을 나타낸다. 이 시스템에서는 왼쪽 홈의 x축상의 값에서 해당 리드선의 중간값 사이의 거리를 계산하여 검사되고 있는 트랜지스터의 어느 리드선에서 문제가 발생하는지를 출력하게 된다.

B. 대지 표면의 검사

대지 표면에서의 분체는 핀칭된 홈의 변형, 집착 테이프 속의 트랜지스터 리드선의 변형, 접착 테이프의 뒤틀림 등이다. 핀칭된 홈의 결점은 홈이 일그러지거나 홈의 위치가 불규칙적인 경우에 나타난다. 홈의 모양은 홈의 윤곽선을 구하여 원에 가까운 정도로서 측정하고, 성형이 안된 홈의 위치는 두 홈의 x축상의 거리와 y축상의 거리를 비교하여 검사할 수 있다.

테이프 속의 리드선의 변형은 리드선의 결함이나 구부러진 리드선을 나타낸다. 이들은 x축과 y축에 프로잭션을 하여 나타난 피크 점들의 폭과 숫자를 조사한다. 3개의 피크가 존재하지 않으면 리드선의 결함을 의미하고, 피크의 폭이 리드선의 굵기보다 넓으면 리드선의 구부러짐을 의미한다. 또한, 이때에 지나치게 많은 피크가 존재하거나 다양한 폭의 점들이 나타나면 접착 테이프가 겹쳐지거나 꼬인 경우를 나타낸다.

C. 트랜지스터의 머리 형태 검사

트랜지스터의 머리는 3개의 리드선이 내부적으로 와이어로 연결되고 플라스틱 절연체로 몰딩된 것이다. 여기에서는 이 부분에 제거되지 않고 남은 플라스틱, 머리의 기울어짐, 목 부분의 리드선과 머리의 변형 등을 검사한다.

머리의 모양은 윤곽선만을 가지고 정상시의 모양과 꼭지점의 수를 비교하여 검사하고, 여기에서 정상적이면, x축이나 y축의 값이 가까운 꼭지점들 사이의 값을 비교하여 기울어짐을 측정하게 된다.

리드선과 목부분이 만나는 부분은 표준화된 그레이 스케일을 이용하는 패턴 매칭을 이용한다. 30×25 픽셀의 정상적인 패턴을 가지고 비교하게 된다. 이것은 패턴속에 나타나는 피크값들의 위치와 상호 연관성 있는 결과들을 비교하여 비슷한 정도를 나타내게 된다. 75% 정도의 만족도를 기준으로 하여 그 이하이면 불량으로 처리한다.

6. 결 과

개발된 시스템을 이용하여 트랜지스터의 생산 공장에서 해당 검사 항목을 실행하기 위하여 불량으로 조각된 형태와 정상적인 형태 모두를 입력하여 각각의 이미지 처리를 실행하고, 제어 신호의 임출력 등의 다양한 문제들을 테스트하였다.

평균적인 단일 트랜지스터의 검사는 펜티엄 200Mhz의 PC에서 300ms, 펜티엄 150Mhz에서 350ms 정도의 처리능력을 갖는다. 이 결과들 통해 트랜지스터 하나당 360ms 정도의 태핑 속도를 갖는 비전시스템이 적용되기 전의 태핑 머신에 비전 시스템이 직재되더라도 어떤 추가적인 부하를 주지 않고 실시간 적으로 처리할 수 있음을 보였다.

이 시스템은 의도적인 불량에는 매우 효과적으로 식별할 수 있음을 보였다. 하지만, 시스템은 정상적인 제품을 테스트할 때에는 0.001%정도의 오차로 정상적인 제품을 불량으로 처리하는 경우가 발생한다. 여기에는 알고리즘과 전기적 회로 구성의 문제가 있다. 이것은 향후에 계속적인 피드백을 통해 개선해 나갈 것이다.

7. 참고 문헌

[1] Joseph W. Foster, G. Kemble Bennett, and Paul M. Griffin. "Automated visual inspection : Quality control techniques for the modern manufacturing environment," in IEE Integrated

Systems Conference Proceedings, pp. 135-140, 1987.

[2] Stephen T. Barnard, "Automatic visual inspection of printed circuit board", in Advanced Systems for Manufacturing : Conference on Production Research and Technology, pp. 423-429, 1985.

[3] Madhav Moganti and Fikret Ercal, "Automatic PCB Inspection Algorithms : A Survey", Computer Vision and Image Understanding, Vol. 63, No. 2, pp. 287-313, March, 1996.

[4] B. G. Batchelor, "Illumination and image acquisition techniques for industrial vision systems", Industrial Applications of image Analysis(N. J. Zimmerman and A. Oosterlinck, Eds.), D. E. B. Publishers, Pijnacker, Netherlands, pp. 97-118, 1984

[5] Roland T. Chin, "Automated Visual Inspection : A Survey", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. Pami-4, pp. 557-570, 1992.

[6] R. Gonzalez, R. Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley, 1987.

[7] H. Freeman, "Machine Vision : Algorithms, Architectures, and Systems", Academic Press, 1988.