

RF-Chip Inductor 외관검사 알고리즘에 관한 연구

김 기순, 김 기영, 김 준식
호서대학교 전자공학과

Study on the Vision Algorithm for the Inspection of RF-Chip Inductor

Kee-Soon Kim, Gi-Young Kim, Joon-Seek Kim
Dept. of Electronic Engineering, Hoseo University
jonskim@office.hoseo.ac.kr

요 약

본 논문에서는 이동 통신용 단말기에 주로 사용되는 RF-chip inductor의 자동 외관검사를 위한 시스템 개발에 필요한 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 영상취득 후 처리과정에서 동적 이진화 방법, 가산투영등 영상 처리에 관련된 방법을 이용해 코일 부분과 코어 부분을 분리한 후 세션화 방법, 라벨링 방법등을 적용하여 분리된 코일부분에 대해 코일의 감긴 회수와 피치간격의 불균일 검사를 수행하고 기준 값 이상의 오차를 갖는 소자를 불량으로 처리하는 보다 개선된 처리방법을 제안하였으며 모의실험을 통해 성능을 검증하였다.

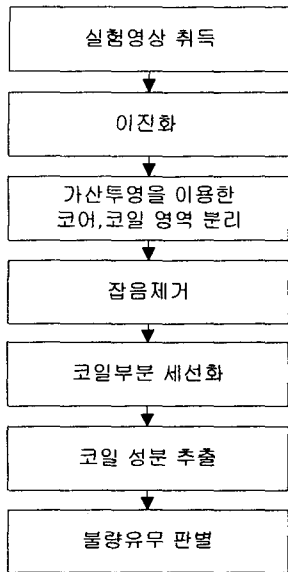
I. 서 론

최근 통신 기기들이 소형화 되면서 필요한 인덕터를 소형화하여 칩 형태로 생산하고 있다. 칩 코일 형태의 인덕터는 회로에서 요구하는 규정된 값과 균일한 인덕턴스값을 가져야 하며, 인덕턴스의 값은 코일(coil)을 감는 코어(core)의 재질, 감는 회수, 코일의 직경 그리고 코일의 피치 간격에 의해서 결정된다. 여기서 코어의 재질과 직경은 일정한 값이라고 할 때 인덕턴스의 값은 코일의 감는 회수와 코일의 피치간격에 의해서 결정된다. 생산과정에서 코일의 감긴 회수와 피치 간격이 불균일하여 인덕턴스의 값이 달라지는 불량이 발생할 수 있다. 이와 같은 불량률의 유

무를 판정하기 위해서 생산된 칩 코일을 사람의 육안으로 검사하는 것은 시간과 정밀도 면에서 한계가 있다[1]. 시각검사의 자동화는 인간의 시각을 이용하는 방법과 비교할 때 더욱 개선된 신뢰도와 작업의 안정성을 기할 수 있으며, 인간의 시각으로는 판단이 용이하지 않은 세밀한 부분에서 있어서도 뛰어난 성능을 나타낸다는 장점을 가지고 있으며, 검사의 결과를 검사시점에서 얻을 수 있어, 이들의 결과를 정보화하여 생산과정에 이용할 수 있는 장점을 지니고 있다[2, 3]. 본 연구에서는 시각검사 시스템에 의한 코일의 감긴 회수와 피치간격의 불균일 검사를 수행하였으며, 일정한 값 이상의 오차를 갖는 소자를 불량으로 처리하는 외관검사 알고리즘을 제안하고, 모의실험을 통해 검증하였다.

II. 전체 시스템 구성과 전처리

(그림 1)은 RF-chip inductor의 외관 검사 시스템의 전체 시스템의 흐름도이다. 본 연구에 사용되어진 이동통신 단말기용 RF-chip inductor은 매우 작은 크기의 형태를 가지고 있다. 따라서 CCD 카메라에 고배율 렌즈를 장착하여, 실물 크기의 200배까지 확대한 상태에서 영상을 취득했다. 실험영상의 취득시 소자의 크기가 매우 작기 때문에 작은 조명의 차이만으로도 영상의 변화가 심하며, 특히 코일이 감겨있는 부분과 코일



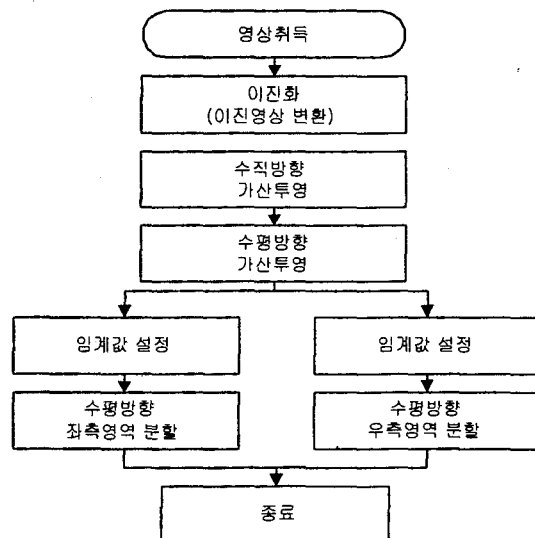
(그림 1) 알고리즘의 구성

자체의 재질차이로 인해 일어나는 난반사에 주의 하여 실험영상을 취득하고, 모든 소자에 대해 동일한 조건의 조명과 초점 하에서 영상을 취득했다. 이진영상 처리과정으로 본 논문에서 사용한 국부적용 이진화 방법[4]으로는 이진화할 영상을 3×3 블럭 크기로 나눈 후 나누어진 블럭에 대해 각각의 평균을 계산한다. 이렇게 계산된 평균값을 그 블럭의 임계값으로 정한 후 그 블럭에 대해서만 이진화를 수행하였다. 이러한 일련의 과정을 영상 전체에 적용하여, 전체적인 이진화의 값을 얻는 이진화 기법을 사용하였다. 이러한 이진화 방법은 임계값을 영상에 대해 자동으로 설정하기 때문에 취득된 영상이 조명에 의해 그림자가 생기거나 코일과 코어 부분의 화소값이 크게 차이가 나는 경우, 주변 화소에 의해 간섭되어지는 경우에도 안정적인 이진영상을 얻을 수 있다. 이진화 처리 후 나타나는 흑백잡음을 효과적으로 제거하기 위해 중간값 필터를 적용하여 필터링 하였다. 본 논문에서는 수평방향성을 갖는 코일의 형태적 특징을 유지하기 위해 마름모 형태의 마스크에 좌우 1화소씩 강조한 변형된 마름모꼴 형태의 마스크를 사용하였다. 다음 과정으로 가산투영[5] 방법을 적용하여 코일과 코어 부분을 분리한 후 세션화 방법을 적용하였다. 이 세션화 영상에서 코일 부분의 연결 성분을 얻기 위하여 라벨링(labeling)[6] 방법을 적용하였다.

III. 부품 검사 알고리즘

1. 코일 영역분할 알고리즘

RF-chip inductor는 코일이 감겨있는 코일부분과 코일의 양끝이 번딩 되어진 코어 부분으로 나누어지는 형태적인 특징을 가지고 있다. 따라서 코일 부분에 대한 효과적인 인식을 위해서는 이 두 부분을 분리해 내는 과정이 반드시 필요하다. (그림 2)의 흐름도에 따라 CCD 카메라를 통해 입력된 512×480 크기의 입력 영상은 256개의 농담 값을 가지는 영상이므로 적절한 임계값 처리를 거쳐 이진영상으로 변환하게 되는데, 이 과정에서 배경부분의 농담값에 의해서 불규칙적인 가산투영 결과 값이 얻어지는 것을 보정하기 위해, 입력된 512×480 크기의 영상에 8×8 블럭(block)을 적용하여 64×60 크기의 영상으로 변환 후 이진영상으로 변환을 한다. 이 영상에 수직방향으로 가산투영을 적용한다. 이렇게 구해진 수직방향의 가산투영 결과 값을 이용해 수직축으로 배경부분과 인덕터를 분리할 수 있는 좌측 좌표와 우측 좌표를 구할 수 있다. 이렇게 구해진 수직축 배경부분을 제외한 부분만을 얻을 수 있다. 이 결과값에 수평방향 가산 투영을 적용하여, 수평축으로 배경부분과 인덕터를 분리할 수 있는 위측 좌표와 아래측 좌표를 얻을 수 있다. 이 좌표 값은 8×8블럭으로 축소된 64×60 영상에서의 좌표값이다. 따라서 이 좌표를 512×480 영상의 좌표로 복원시켜야 한다. 이렇게 복원된 좌표를 이용해 인덕터 부분의 농담영상 데이터를

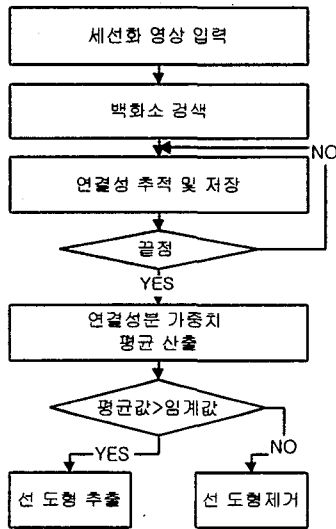


(그림 2) 코일 영역 분리 흐름도

얻을 수 있다. 이진영상에서 얻어진 좌표값을 다시 농담 영상에 적용하는 것은 농담영상은 화소값이 0~255까지 다양한 값을 가지고 있기 때문에 코일과 코어 부분의 경계가 불분명하게 나오는 경우 수평방향으로의 가산 투영으로 코일부분에 대한 특징점을 얻기 어렵다. 이를 방지하기 위해 이진화를 거친 영상에 대해 가산투영을 적용해 코일 부분의 모서리 좌표값을 얻는 방법을 사용함으로써 더욱 개선된 결과를 얻을 수 있다.

2. 코일성분 추출 알고리즘

영상에 대한 세선화[7] 처리 후에는 branch 잡음이 발생된다. 이러한 잡음은 추출된 코일 영역 전체에 대해 세선화를 실행하는 단계에서 발생하게 된다. 이와 같은 잡음에 대해서 체인코드와 라벨링 처리를 이용해 코일 부분의 성분만을 추출해 내었다. (그림 3)는 코일성분을 추출하기 위한 흐름도이다.



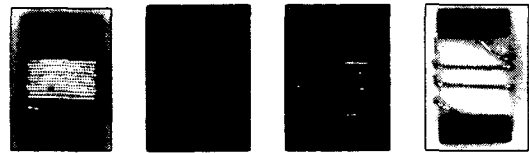
(그림 3) 코일성분 추출 흐름도

IV. 실험 및 결과

1. 실험장치

본 논문에서는 조명에 의한 부품의 난반사가 심하게 나타나기 때문에 할로젠 램프에서 나온 광원을 광섬유 가이드를 이용하여 360° 모든 방향에서 최대한 균일한 조도를 유지할 수 있도록 링모양의 조명을 이용했다. 영상은 CCD video mono module(TM-72EX, PULNIX) 카메라를 사용하고, Pentium II-336MHz에 내장된 ITI frame

grabber를 통해 512×480크기의 8bit 농도를 가지는 농담영상을 취득하였다. 취득된 입력영상은 (그림 4)에 나타나있다. 프로그램은 Windows98 운영체제에 Visual C++ 6.0을 사용하여 모의 실험을 수행했다.

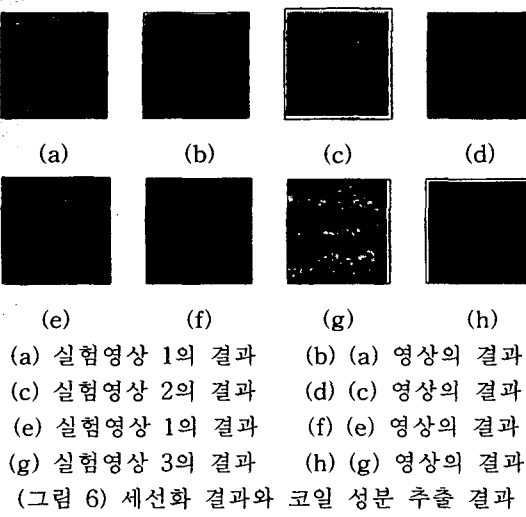
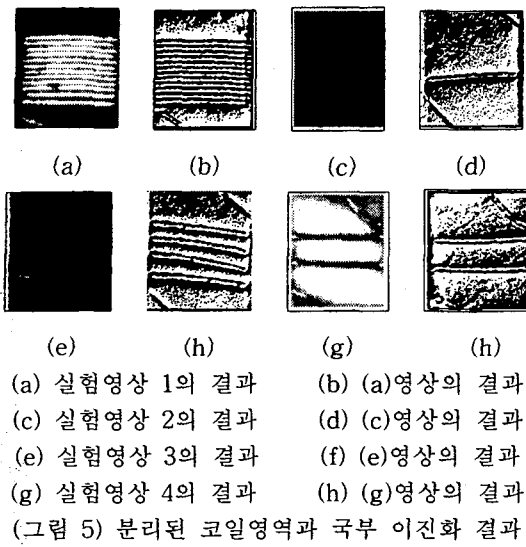


(a) 실험영상 1 (b) 실험영상 2
(c) 실험영상 3 (d) 실험영상 4

(그림 4) 입력영상

2. 모의 실험 및 결과

RF-chip inductor의 영상은 고배율 렌즈를 사용하여 취득하게 된다. 이때 작은 이물질에 의해서도 잡음이 발생할 수 있다. 이를 제거하기 위해 중간값 필터를 이용하였다. 입력영상은 코일과 코어부분으로 크게 나눌 수 있으며, 이를 분리하기 위해 이진영상에서 코일의 좌표값 정보를 농담영상에 적용하여 영역을 분리하였다. 분리된 코일 영역은 다시 이진화를 거치게 되는데, 임계값을 자동으로 설정하며, 코일 영역 전체에 대해 손실 없는 출력을 얻을 수 있는 동적 이진화 방법을 사용하였다. (그림 5 (a), (c), (e), (g))에 코일 부분 추출영상과, (그림 5 (b), (d), (f), (h))에 추출한 코일 부분에 해당하는 원영상에 다시 동적 이진화 방법을 적용해서 얻은 결과를 나타내었다. 코일 성분이 코일 이외의 성분들과 함께 존재하고 있다. 여기에서 코일성분만을 추출하기 위해 세선화 과정을 거치게 된다. (그림 6 (a), (c), (e), (g))의 세선화영상에서는 주변 화소의 영향으로 branch 잡음이 발생하며, 이를 효과적으로 제거하기 위해 각각의 화소에 대해서 연결성분에 대한 가중치를 체인코드 형식으로 모두 저장해 일정한 임계값 이하의 연속된 선 성분에 대해서는 제거하는 방법으로 (그림 6 (b), (d), (f), (h))에서 보이는 것과 같이 선 성분만을 추출하였다. 최종 검사결과는 대화 상자를 통해 실험 부품의 번호, 코일의 개수, 최대 코일간격, 최소 코일간격, 코일간격의 평균치를 출력하고 이에 따라 기준치를 기준으로 결과에 대해서 합격과 불합을 판단하게 된다. 본 논문에서 제안한 가산투영을 이용한 영역분리 방법은 처리시간에



에 있어서 이득이 있었으며, 세션화 이후 코일 성분에 대한 추출 방법에 있어서는 체인코드를 이용해서 연결성분에 대한 가중치를 저장하는 방법으로 안정된 결과 값을 얻을 수 있었다.

V. 결론

본 논문에서는 빠른 속도로 소형화되는 이동 통신 단말기에 주로 사용되는 RF-chip inductor의 외관검사 알고리즘을 제안했다. 본 논문에서 제안한 방법은 가산투영을 이용해 코일 부분과 코어 부분을 분리한 후 여기서 분리된 코일부분에 대해 코일의 간격, 최대·최소 간격, 개수, 불량유무를 판별하게 된다. 초소형의 전자부품에 대한 외관 검사시 조명이나 실물의 확대에 따른

검사의 어려움에 있어서, 조명의 개선방법이나 영상취득 후 처리과정에서 동적 이진화의 방법 등을 이용해 보다 개선된 처리방법을 제안하였으며, 또한 가산투영을 이용한 영역 분리 방법은 형태상의 차이가 분명한 실험 부품에 대해 계산량과 그에 따른 시간 면에서 영역 성장법이나, 분리합성법 등에 비해 많은 이득이 있었다. 따라서, 본 논문에서 제안한 방법은 앞으로 소형의 전자부품 외관검사에 쓰일 수 있을 것으로 기대되어진다. 다음의 연구에서는 영상 취득을 위한 조명장치의 보완과 보다 빠른 처리속도 향상에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 오 원근, 유 병문, 한국과학 기술원, " I.C Lead Frame 자동 검사 시스템의 개발," 1991년.
- [2] 이 길휘, 남상규, 김준식, 김우성, " 반도체 칩의 위치 및 불량검사 알고리즘에 관한 연구," 한국정보처리학회 96추계학술논문 발표집, 제3권 2호, pp. 623-638, 1996년 10월.
- [3] H. Zhou, A. A. Kassim, S. Ranganth, " Automatic surface inspection of IC package," *The Fifth International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV '98)*, pp. 1066-1070, 1998.
- [4] Kapur, J. N., P. K. Sahoo, and A. K. C. Wong, " A new Method for Gray-Level Picture Thresholding using the Entropy of the Histogram," *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, Vol. 29, pp. 273-285, 1985.
- [5] LIYUAN LI, JIAN GONG, WEINAN "Gray-level image thresholding based on fisher linear projection of two-dimensional histogram," *Pattern Recognition*, Vol. 30, No. 5, pp 743-749, 1997.
- [6] Milan Sonka, *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*, PWS publishing, pp. 256-257, 1998.
- [7] Haralick, Robert M., *Computer and Robot Vision*, Addison Wesley, Vol. 1, pp. 48-55, 1992.