

머신비전기반 자동검사를 위한 대상 이미지 검출

홍승우 · 홍승범 · 이규호*

인제대학교

Detection of Object Images for Automatic Inspection based on Machine Vision

Seung-woo Hong · Seung-beom Hong · Kyou-ho Lee*

Inje University

E-mail : hongseungwoo@gmail.com / xere2001@naver.com / kyou@inje.ac.kr

요 약

본 논문은 머신비전기반 자동검사를 위한 대상 이미지영상 검출에 관한 연구결과로서, 영상카메라에 의한 자동 비전검사의 과정에서 요구되는 시험대상물의 위치와 방향에 상관없이 검사대상의 영상을 검출하는 방법을 제안한다. 본 연구에서는 검사대상으로서 와이어 하네스 제조과정에서 실제 적용할 수 있는 기술과 방법을 개발하여 실제 시스템으로 구현한 결과를 제시한다.

ABSTRACT

This paper proposes an image detection method, which can detect images regardless of the location and the direction of an image, required for automatic inspection based on machine vision technologies. A cable harness is considered in this paper as an inspection object, and implementation results of a technology of being applicable to a real cable harness production process is presented.

키워드

image detection, machine vision, inspection, cable harness

1. 서 론

머신비전 기술 또는 시스템은 카메라를 통하여 획득한 영상을 처리하여 의도하는 기능을 자동으로 수행하기 위한 컴퓨터응용 시스템으로, 사람의 눈에 의한 것 보다 빠르고 정밀하게 처리할 수 있어 산업현장의 생산성 향상에 크게 기여하면서 다양한 산업영역에 적용되고 있다[1][2][3][4].

산업분야에서 이러한 머신비전 시스템의 특징점을 활용하여 적용하고 있는 대표적인 분야가 머신비전기반 자동 검사시스템이다[2][5][6].

와이어 하네스는 필요한 와이어들을 하나로 묶은 와이어 어셈블리로서, 일반적으로 전자제품의 전원을 공급받는 부품과 공급원 사이를 연결, 혹은 분리할 필요가 있는 곳에 사용된다. 현재 멀티 하네스를 제조하는 업체에서, 완성제품의 최종단

계 검사과정에 비전검사 시스템을 일부 도입하고 있으나, 제조 하네스의 특성상 비전검사 기법을 적용하기에 용이하지 않은 부분들을 포함하고 있어 대부분 숙련된 작업자들에 의한 확대경 등의 보조도구와 육안 검사에 의존하고 있다.

이러한 숙련작업자에 의한 검사방법은, 숙련된 작업자의 확보가 어렵고, 숙련작업자 양성에 오랜 시간이 걸리며, 전체 제조공정의 처리효율이 육안 검사과정에 종속되는 등의 문제가 있다. 또한 작업자의 숙련도와 컨디션, 외부 환경 등에 영향을 받아 검사의 일관성 유지가 어렵고, 이에 따라 생산성 및 품질수준 향상이 어렵고, 양품 제품의 공급의 정확성과 효율성 등이 저하되는 요인이 되고 있다.

따라서, 와이어 하네스 제품의 제조과정의 신뢰성, 효율성을 기하고 제품의 안정적 품질유지와 공급을 위해서는 와이어 하네스 산업에 특화된

* corresponding author

자동화된 검사기술의 도입이 필요하다.

하네스의 비전검사에서는, 기본적으로 판별 와이어 컬러 증가에 따른 유사색상에 대한 판별 기능을 개선하여 다수의 핀을 가진 와이어 하네스에 대해서도 상대적으로 정확한 오배선 판별능력을 가진 비전 검사 알고리즘의 개발이 필요하다. 그리고 추가적인 부가비용의 지출 없이, 다양한 모델에 대해, 부가적인 전용지그를 사용하지 않고 대상제품의 인식 방향성이나 위치의 제한이 상대적으로 적은 검사기술의 개발이 요구된다.

본 논문은 머신비전기반 자동검사를 위한 대상 이미지영상 검출에 관한 연구결과로서, 영상카메라에 의한 자동 비전검사의 과정에서 요구되는 시험대상물의 위치와 방향에 상관없이 검사대상의 영상을 검출하는 방법을 제안한다. 본 연구에서는 검사대상으로서 와이어 하네스 제조과정에서 실제 적용할 수 있는 기술과 방법을 개발하였는데, 본 논문은 실제 시스템으로 구현한 결과를 제시한다.

II. 제안기술 및 구현결과

2.1 이미지획득을 위한 시스템 환경

본 시스템에서 적용된 검사대상제품의 이미지 획득을 위한 하드웨어 구성은 크게 이미지센서(Camera), 조명, 렌즈로 구성이 된다. 이미지데이터 획득을 위한 CCD카메라는 해상도가 1920*1080이며, 최대 40fps 프레임 속도를 제공한다. 이미지데이터 획득을 위한 조건으로는 렌즈와 케이블간 175mm의 WD(Working Distance)와 선명하고 또렷한 이미지 획득을 위해 최적화된 바(Bar) 형태의 조명을 사용한다. CCD카메라에는 이미지그래버 기능이 내장되어 있으며 호스트컴퓨터와 USB3.0 접속기능을 제공한다[7][8].

2.2 대상 이미지의 검출

그림2.1은, CCD카메라 이미지센서를 이용하여 검사 대상인 케이블 하네스의 이미지데이터를 획득하고 획득한 이미지데이터로부터 검사대상 이미지 영역을 검출하는 과정을 나타낸 것이다.

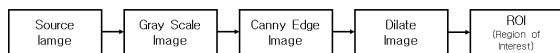


그림2.1 검사대상 이미지 영역의 검출 과정

먼저 앞에서 설명한 바 형태의 조명과 CCD카메라 이미지센서를 이용하여 검사대상 케이블 하네스의 영상을 획득하여, 이를 소스 이미지로 영상처리를 위한 컴퓨터로 보낸다.

획득한 영상을 빠른 처리속도와 영상처리 기법을 사용하기 위해 명암도(GrayScaleImage)로 변환을 한다. 다음으로 케니 에지(Canny Edge)기

법[9]을 이용하여 그림2.2와 같이 명암도 영상에 대하여 에지를 검출하여 에지 이미지를 검출한다. 에지로만 사용을 할 경우 끊어진 형태로도 나올 수 있기 때문에 하나의 객체를 정확하게 검출하기 위해 형태학적 연산중에 팽창연산(Dilation operation)기법을 사용하여 하나의 객체로 인식할 수 있도록 한다.

라벨링 알고리즘은 인접 화소 사이의 연결성을 판단하여 각각 다른 번호를 부여하여 영역을 구분하는 것이다. 따라서 와이어 하네스를 검출하기 위해 라벨링을 수행하여 영역들을 검출하여 가장 큰 면적을 가진 영역을 찾는다.

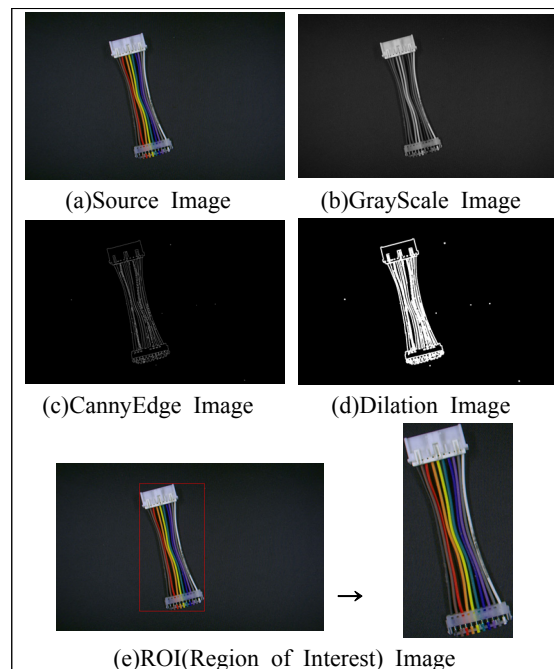


그림2.2 와이어하네스 검출

2.3 이미지의 회전

앞에서 기술한 바와 같이, 머신비전 기반 자동 검사에서 지그를 등을 이용하여 와이어 하네스를 정해진 위치에 고정시키지 않고 검사의 유연성을 높이기 위해서는 검사 대상품의 위치에 대한 제약성이 적어야 한다. 이를 위하여 CCD카메라의 이미지데이터 획득 영역의 범위내에서 대상품의 위치와 방향에 상관없이 검사 대상 이미지 검출이 가능해야 한다. 본 연구에서는 소스 이미지의 회전단계를 통하여 이를 실현하였다.

그림2.3은, 검사대상 제품의 위치와 방향이 상관없이 항상 균일한 위치에 있는 방향으로 이미지를 획득할 수 있는, 이미지 회전과정을 나타낸 것이다.

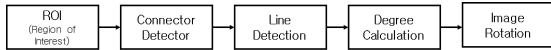


그림 2.3 이미지 회전과정

이미지 회전을 위해 기준이 될 수 있는 커넥터를 선정하여 ROI영역에서 커넥터 부분만 따라 검출을 진행한다. 형태학적 연산을 통해 헤드부분만을 검출한다. 검출된 커넥터 부분을 Canny Edge 변환 후에 1972년 Duda와 Hart가 제안한 Hough변환 [10]을 수행하여 직선을 검출한다. 검출된 직선에서 누적값 기준으로 가장 긴 직선이 먼저 선택되도록 위해 누적값이 큰 직선부터 저장한다. 내림차순 정렬을 이용하여 가장 긴 직선을 기준으로 수직선과 x축의 각도를 계산하여 영상을 회전시킨다.

그림 2.4와 그림 2.5는, 하네스검사를 위하여 획득한 이미지의 회전과정 중에서 헤드부분의 검출 과정과 시험 대상제품 이미지의 회전 결과를 각각 나타낸 것이다.

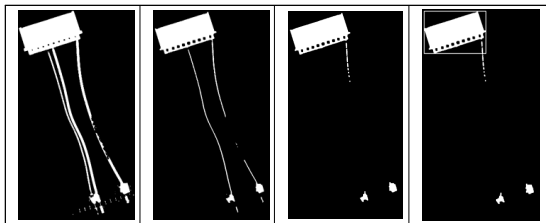


그림 2.4 헤드부분의 검출 과정

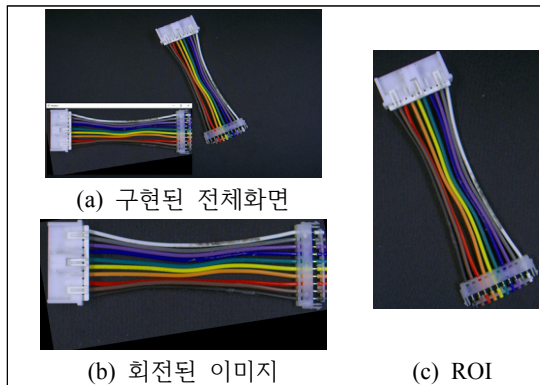


그림 2.5 영상회전결과

III. 결 론

제품의 검사영역에서 머신비전에 기반한 스마트 자동검사는 검사의 정확성과 처리효율을 높임으로써 스마트팩토리로 진화하는 제조공정의 중요한 요소로 자리하고 있다.

본 논문은 머신비전기반 자동검사를 위한 대상 이미지영상 검출에 관한 연구결과로서, 영상카메라에 의한 자동 비전검사의 과정에서 요구되는 시험

대상물의 위치와 방향에 상관없이 검사대상의 영상을 검출하는 방법을 제안하였다. 본 연구에서는 검사대상으로서 와이어 하네스 제조과정에서 실제 적용할 수 있는 기술과 방법을 개발하였는데, 본 논문은 실제 시스템으로 구현한 결과를 제시하였다.

이러한 기술의 적용은 다양한 와이어 하네스에 대해, 비전검사 영역에 대상 제품군이 위치하면 자동으로 검사가 가능하여, 검사지그 삽입 등의 전 공정에 대한 사전작업이 필요 없다. 따라서 상대적으로 검사 리드시간이 단축되어 전체 제조비용 절감효과가 있으며 추후 제품군 추가에 대해 기 구축된 제품별 데이터베이스에 연동된 자동 판별 검사가 가능해진다.

또한 생산제품의 품종이 다양화됨에 따른 검사대상제품의 모델별 전용 지그가 불필요하기 때문에, 자동검사 효율의 증대와 비용절감 등의 효과가 있고, 비숙련 작업자도 검사작업이 용이하도록 검사작업의 유연성이 개선되고 그에 따른 비용절감 효과가 있다.

References

- [1] C. Steger, M. Ulrich, and C. Wiedemann, Machine Vision Algorithms and Applications, Wiley-VCH, Weinheim (2008).
- [2] J. Beyerer, F. P. Le n, and C. Frese, Machine Vision—Automated Visual Inspection: Theory, Practice and Applications, Springer, Berlin (2016).
- [3] A. Owen-Hill, Robotics Tomorrow (2016).
- [4] <http://www.oodlestechnologies.com/blogs/Computer-Vision-vs-Robot-Vision-Understanding-The-Difference>.
- [5] Cognex, Introduction to machine vision, Assembly Magazine (2016).
- [6] Ismail Al Kamal and Mohamad Adam Al-Alaoui, Online machine vision inspection system for detecting coating defects in metal lids, Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists 2008 Vol II (IMECS 2008), Hong Kong (2008).
- [7] A. Wilson, Vision Systems Design 16 (2011).
- [8] D. Dechow, Vision Systems Design 18, 14 (2013).
- [9] Canny, J., A Computational Approach To Edge Detection, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 8, No. 6, pp. 679-698 (1986).
- [10] Duda, R. O. and P. E. Hart, Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures, Comm. ACM, Vol. 15, pp. 11-15 (1972).