

비전 시스템을 이용한 샤프트 웜 외관검사기 개발

A Vision System for the Inspection of Shaft Worm

고은지, 박준성, 김형기, 양우석

Ko Eun Ji, Bark Jun Sung, Kim Hyoung Gi, Yang Woo Suck

Abstract - This paper is about a vision system that exhibits automatic examination of the conditions of shaft's worm. The system is composed of three part : image acquisition, vision algorithm, and user interface. The image acquisition part is composed of motor control, illumination and optics. The vision algorithm examines the parts using shaft image. User interface is divided into two parts, user interface for feature registering with control value settings and user interface for examination operation. The automatic inspection system introduced in this paper can be used as a tool for final examination of shaft worm.

Key Words : machine vision, automatic inspection, shaft worm, image processing

1. 장 소 개

내수용 샤프트는 일반적으로 진직도 검사만 이루어지고 있으나, 수출용 샤프트는 엄격한 품질관리가 요구되어 적힘과 패임, 그리고 굽힘 등 여러 가지 외관 불량에 대한 진수 검사를 한다. 그림 1은 일반적인 샤프트의 외관을 보여준다. Fig. 2는 Fig. 1의 모터 샤프트를 회전시키면서 line scan 카메라를 이용하여 1900개의 line 영상을 취득, 2048×1900의 해상도의 2D 영상으로 재구성한 것이다.

Fig 2에서 보는 바와 같이 샤프트 불량에 대한 외관 검사는 베어링부 외관 검사와 웜부분 외관검사로 나뉘어진다. 베어링부 외관검사는 일반적으로 목측 검사에 의해 이루어지며, 목측이 어려운 웜 부분 외관검사는 주로 촉각을 이용한 검사가 수행된다. 그러나 목측과 촉각에 의한 수작업 검사는 불량에 대한 정확하고 정량적인 측정이 불가능하다.



Fig 1. 샤프트 외관

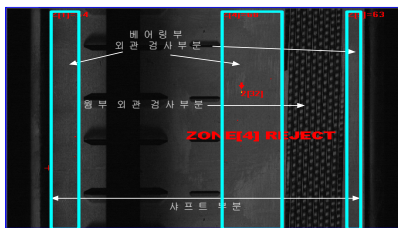


Fig 2. 샤프트 외관에 대한 펼친 영상

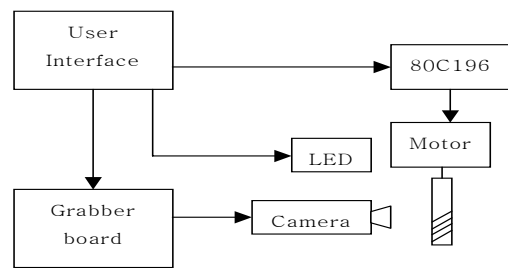
샤프트 웜 외관검사 자동화는 쉬운 일이 아니며 웜 부분에 나타나는 절삭에 의한 여러 가지 노이즈는 외관 불량 자동 검사를 매우 어렵게 한다.

모터 샤프트는 품목이 다양하다는 특성을 갖고 있어 모델

에 따라 검사 내용과 부위도 다양하다. 특히 품질 경쟁이 심화됨에 따라 내수용 샤프트도 점차 외관 검사를 요구하고 있다. 본 과제는 영상을 샤프트 웜 부분 외관을 자동 검사할 수 있는 vision system을 개발하고자 하는 것이다. 입력된 모델에 대한 검사를 자동화하고 그 결과를 관리한다 [1,2,3].

2. 장 시스템 구성

본 시스템의 전체적인 구성은 Fig.3과 같다.



System configuration

Fig. 3. System configuration

본 시스템은 샤프트를 회전시키며 라인스캔카메라를 이용하여 영상을 획득한 후 영상처리를 통해 불량 여부를 검사한다.

시스템은 크게 기구부, 영상처리부로 나뉘며 기구부는 다시 제어부와 영상획득부로 나뉜다.

회전운동을 하는 샤프트 웜부의 표면 영상 데이터를 얻기 위해선 모터 회전 각속도와 카메라의 shutter speed를 고려하여 제어부를 구현하였으며 얻어진 데이터를 이용하여 불량여부를 검사하기 위한 vision algorithm을 개발하였다.

Fig.4는 시스템을 정면에서 촬영한 사진이다.

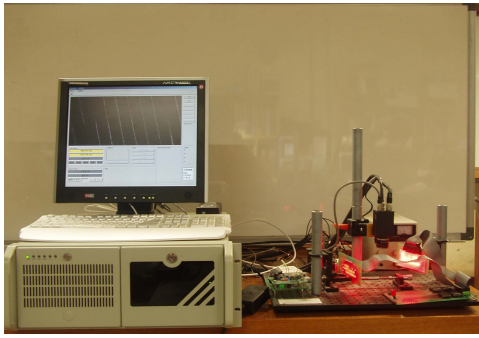


Fig. 4. 시스템 프로토타입

2.1 절 기구부

2.1.1 절 제어부

샤프트가 회전하는 동안 영상을 획득하기 때문에 샤프트 표면의 빠짐없이 검사하려면 모터와 카메라의 동기를 맞추어야 한다. 모터에 의한 샤프트의 회전과 카메라를 모델링하여 이를 구현하였으며 80C196 processor를 이용하여 PWM방식으로 step angle/step이 1.8도인 H546 Stepping motor를 제어하였다. 또한 사용자 인터페이스에서 모터 제어를 위한 변수와 카메라의 shutter speed를 조절함으로써 모터와 카메라를 제어할 수 있도록 시스템을 설계, 제작하였다.

2.1.2 절 영상 획득부

영상 획득부는 샤프트의 영상을 grabbing하는 부분으로 조명부와 광학부로 구성된다. 영상처리에 있어서 조명은 가장 중요한 요소중의 하나이다. 좋은 영상을 얻기 위해서는 빛의 반사율, 반사각, 조도 등을 고려한 설계가 필요하다. 금속재질인 샤프트 표면의 빛 반사를 최소로 하기 위하여 적색엘리디를 사용하여 조명부를 제작하였다. 일반적으로 여러개의 다이오드를 사용하는 것은 많은 전류를 필요로 하기 때문에 Darlington 방식을 사용하여 전류를 증폭시켜 사용함으로써 영상 촬영시 필요한 조도를 확보 할 수 있도록 하였다.

Camera는 정밀한 resolution을 위해 2048X1 라인스캔 카메라 HVSOLO를 사용하였으며, 영상획득은 위 카메라에서 지원하는 HCCT를 이용하여 라인주기와 노출시간을 맞추고 계속적으로 CCD데이터를 읽어 들었다.

2.2 절 영상처리

본 시스템은 샤프트 워밍 부분의 흠집 부분에선 조명에 의한 빛의 반사각이 다르다는 원리를 이용하여 불량 검출이 용이한 영상을 획득하였다.

Fig. 5는 라인스캔카메라로 획득한 영상을 그레이를 통해 받아낸 샤프트 워밍의 이미지이다.

불량부분에서는 빛 반사가 균일하지 않기 때문에 흰선의

이미지가 끊어지게 되므로 이를 확인하여 불량여부를 검사하였다. 효율적인 영상처리를 위해 기울어져있는 영상을 LMSE (loot mean square error) 방법을 통해 기울기를 구하고 영상을 수직으로 세웠다. 그리고 이미지 보정을 위해 모폴로지(mophology)와 LPF(low path filter)를 사용하였으며 마스크를 이용하여 샤프트 워밍 부분의 불량 부분을 찾아내었다.

Fig. 6은 영상처리를 이용한 샤프트 검사의 결과로 불량인 부분을 하얀 원으로 표시 하였다.

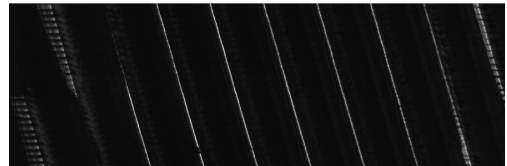


Fig. 6. 샤프트 영상

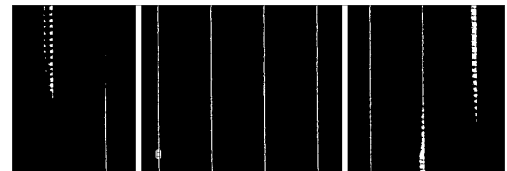


Fig. 6. 불량이 있는 샤프트의 영상처리 결과

3. 장 결 론

본 논문에서 개발한 검사 시스템은 샤프트 외관 검사 자동화 장비와 결합되어 computerized control이 가능케 한다. 본 과제의 후속조치 부분으로 샤프트 자동이송 및 정렬 장치를 개발하고 샤프트 소팅 기술을 연관시키면 본 제품의 상품화도 가능할 것이다.

본 논문은 이러한 샤프트 검사 시스템의 속도를 높이고 불량 여부에 대한 검사결과의 신빙성을 높이는 데에 초점을 두고 진행되었다.

컴퓨터 비전 기술은 경제적 과급효과가 매우 크다. 비전 시스템과 주변기기를 결합시켜 부가가치를 높일 수 있는 장비는 무수히 많다. 제품의 성격에 따라 알고리즘과 사용자 인터페이스의 수정으로 하면 다양한 장비개발이 가능할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] G. J. Awcock and R. Thomas, Applied image processing, New York, USA, Macmillan, 1995
- [2] Phillip A. Laplante, Software engineering for Image processing systems, Boca Raton, USA, 2004
- [3] Jun Sung Bark, Kyong Lok Yoon, Hyun Gil Choi, Woo Suk Yang, "A Vision System for the Inspection of Automobile Fuse Boxes", ICEIC, August, 2004
- [4] Leonid Yaroslavsky, Digital holography and digital image processing principles methods, algorithms, London, USA, Kluwer Academic, 2004