

정밀나사 비전검사기 광학계의 결상특성 해석

Analysis of an Vision Inspection System for Precision Screws

*백순보¹, 이기연¹, #박근¹, 나승우²

*S. B. Baek¹, K. Y. Lee¹, #K. Park(kpark@snut.ac.kr)¹, S. W. Ra²

¹서울과학기술대학교 기계설계자동화공학부, ²㈜서울금속 기술연구소

Key words : Machine Vision, Vision Inspection, Precision Screws, Optical Analysis

1. 서론

나사(Screw)는 나선형의 나사산과 골을 이용하여 다수개의 부품을 고정시키는 목적으로 사용되는 부품으로 자동차, 전자, 기계부품 등의 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 최근 휴대폰을 비롯한 이동통신 기기의 소형화 및 경량화 추세에 의해 초소형 고정밀 나사의 개발이 요구되고 있다. 초소형 고정밀 나사의 생산을 위해서는 나사의 정밀가공 기술뿐 아니라 안정적인 품질평가 기술이 요구된다. 기존의 나사 생산공정에서는 통상적으로 육안 샘플검사를 통해 품질을 평가하였으나, 초소형 고정밀 나사의 경우 양산 초기단계에서는 전수검사가 요구되는 실정으로 보다 신뢰성이 있는 고속 검사기술이 요구된다.

최근 비전(Vision) 시스템을 사용하여 정밀 부품, 반도체, 디스플레이 등의 생산공정에서 고속으로 제품의 치수측정 및 품질검사를 수행하는 연구결과가 발표되고 있다.⁽¹⁾ 비전 시스템은 카메라에 의해 획득된 영상을 분석하여 제품의 형상정밀도, 표면결함 등을 실시간으로 판정하는 기술로서 기존에 육안으로 실시하던 다양한 업무의 자동화에 활용되고 있다.⁽²⁻⁴⁾ 비전 시스템의 성공적인 적용을 위해서는 검사 대상품의 특성에 맞는 광학계, 조명장치, 부품 이송장치 등의 하드웨어적 요소와 영상처리 알고리즘, 제어알고리즘 등의 소프트웨어적인 요소에 대한 개발이 필요하다.

본 연구에서는 휴대폰 및 소형 전자부품에 사용되는 소형 정밀나사(직경 2.6mm, 피치 500 um)의 자동검사 및 양불판정을 위한 비전시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 비전 시스템 구성을 위한 기본적인 하드웨어를 설계하고,

비전 광학계의 이론적인 분석을 통해 원하는 광학성능을 구현하기 위한 설계사양을 결정하고자 한다.

2. 비전검사 시스템의 기본 구성

본 연구에서는 정밀나사 제품의 주요 형상 치수 및 결함여부를 검사하기 위해 이미지를 분석하고 제품의 불량률 확인하는 목적으로 비전검사 시스템을 사용하고자 한다.

비전검사 시스템은 이송부, 검사부, 선별부로 구성되어 있다. 이송부에서는 제작된 나사 부품을 일정한 간격으로 검사부로 이송시켜주는 역할을 수행하고, 선별부에서는 검사부에서 시행된 측정결과를 토대로 불량 여부를 판정하여 양품과 불량품을 분리하여 배출하는 기능을 수행한다. 한편 검사부에서는 나사의 영상을 획득하여 영상처리 알고리즘을 거쳐 주요 치수를 측정하는 역할을 수행하며, 비전을 사용한 형상검사 시스템의 핵심적인 역할을 담당한다. 검사부는 카메라, 렌즈, 조명장치 등의 광학부품과 영상처리 프로세서(Frame grabber) 등으로 구성되어 있다.

검사부에서의 영상처리는 다음과 같은 과정을 통해 진행된다. 우선 카메라를 통해 영상을 획득하고 전처리 과정을 통해 이진화를 수행한다. 이후 이진화된 영상에 대해 외곽선 검출(Edge detection)을 통해 관심 영역(Region of Interest; ROI)을 추출한다. 추출된 관심 영역을 대상으로 측정지점간의 화소당 실제 거리를 환산하여 계산함으로써 제품의 치수를 측정한다. Fig. 1 에 나사 측면부의 영상을 통해 얻어진 관심 영역을 도시하였다. 이때 반사로 인한 영상의 해상도 저하를 방지하기 위해 후방에 조

명을 설치해주었다. 상기 영상을 통해 나사 머리의 직경 및 두께, 나사 외경, 피치, 길이 등의 주요 치수를 측정한다.

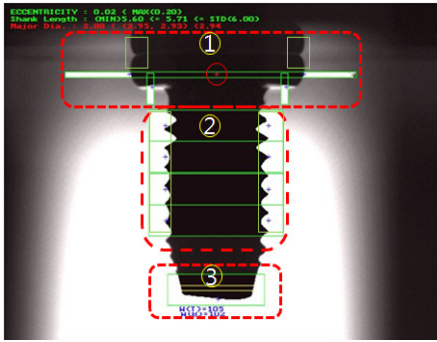


Fig. 1 An image of a precision screw with various regions of interests (side view)

3. 비전시스템 광학계의 이론적 분석

Fig. 2 에 본 연구에서 사용한 비전시스템 광학계의 개략도를 도시하였다. 카메라는 Sony XC-HR50 CCD 카메라를 사용하였으며, 화면치수(B)는 3.6 mm 에 해당한다. 측정대상 나사의 치수를 고려한 시야범위(A)는 8.3 mm 로 설정하였고, 결과적으로 배율(M)은 0.4337 로 계산되었다. 상기 결과로부터 측정 대상물과 렌즈, 카메라간의 거리(a, b)는 다음과 같이 계산된다.

$$a = f(1+M) / M \quad (1)$$

$$b = f(1+M) \quad (2)$$

여기서 f 는 렌즈의 초점거리를 의미한다. 본 연구에서는 Moritex ML-3519 렌즈를 사용하였으며, 초점거리는 35 mm 이다. 상기 조건 하에서 비전광학계의 작동거리(Working distance; WD)는 식 (3)과 같이 계산된다.

$$WD = a + b - l_{lens} - l_{ring} - l_{mount} \quad (3)$$

여기서 l_{lens} , l_{ring} , l_{mount} 는 각각 렌즈, 접사링, 카메라 마운트부의 길이를 의미한다. 식 (3)을 사용하여 최종 작동거리는 104.35 mm 로 계산되었으며, 상기 결과를 바탕으로 비전시스템의 광학계를 설계하였다.

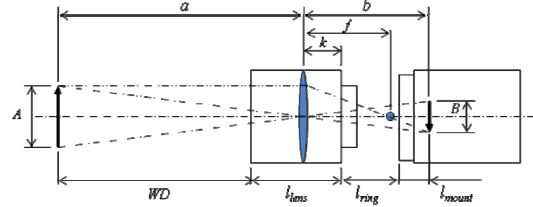


Fig. 2 Configuration of the vision optical system

4. 결론

본 연구에서는 소형 정밀나사의 자동검사 및 양불관정용 비전시스템 개발을 위한 기초연구를 수행하였다. 이를 위해 비전 시스템 광학계의 이론적인 분석을 통해 원하는 광학성능을 구현하기 위한 설계사양을 결정하였다. 상기 연구결과를 토대로 향후 다양한 형태의 제품에 대해 초음파 직접성형 적용을 위한 공구혼형상설계에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 교육과학기술부의 핵심애로기술개발사업 및 지식경제부와 한국산업기술재단의 전략기술인력양성사업의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Malamas, E. N., Petakis, E. G. M, Zervakis, M. Petit, L. and Legat, J.-D., "A survey on industrial vision systems, applications, and tools," Image and Vision Computing, **21**, 171-188, 2003.
2. Hunsicker, R. J., Patten, J., Ledford, A., Ferman, C. Allen, M. and Ellis, C., "Automatic vision inspection and measurement system for external screw threads," J. Manuf. Systems, **13**, 370-384, 1994.
3. Park, Y. S. and Kim, J. S., "A study on the vision inspection system for the defects detection of micro-BGA device," J. Kor. Soc. Prec. Engng., **24**, 44-56, 2007.
4. Moon, C. I., Choi, S. H., Joo, W. J., Kim, G. B. and Kim, C. H., "Development of a neural network classifier for the classification of surface defects of cold rolled strip," J. Kor. Soc. Prec. Engng., **24**, 76-83, 2007.