

# 머신비전을 이용한 실링캡 검사에 관한 연구

## Study on Automatic Inspection of Hole in Sealing Cap using Machine Vision

\*황정호<sup>1</sup>, #박기홍<sup>2</sup>, 이낙규<sup>1</sup>, 양진석<sup>1</sup>, 진주경<sup>3</sup>, 천승기<sup>4</sup>

\*J. H. Hwang(jhhwang@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, #K. Park(kpark@kookmin.ac.kr)<sup>2</sup>, N. K. Lee(nklee@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, J. S. Yang(jsyang@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, J. K. Jin(jukyong77@hotmail.com)<sup>3</sup>, S. G. Cheon(sksk1018@naver.com)<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원, <sup>2</sup>국민대학교 자동차공학, <sup>3</sup>인하대학교, <sup>4</sup>재호산업

Key words : Image processing, Machine vision

### 1. 서론

실링캡(Sealing Cap)은 내연기관의 Cam Shaft에 조립되며, 부품의 과열 방지를 위하여  $\phi 1\text{mm}$  오일 구멍을 통하여 냉각하는데, 이 홀(Hole)의 유무와 크기는 자동차 성능에 직접적인 영향을 초래한다. 이에 제품의 정상 상태를 확인하기 위하여 실링캡 홀에 실을 엮어 납품을 하고 있어 추가공정으로 인한 작업자의 피로도 증가 및 생산성 저하 등 문제점이 발생하고 있어, 실링캡 중앙부에 있는 구멍의 누락 및 크기의 합격여부를 머신비전을 이용한 검사법을 적용하였다. 또한 비전검사의 정확성과 안정성을 확보하기 위하여 조명 조건을 찾는 특성실험을 수행하였으며, 이를 통한 비전검사용 프로그램 개발과 산업현장에서 사용할 수 있도록 In-Line 시스템에 관한 고찰을 수행하였다.

### 2. 영상 처리 시스템

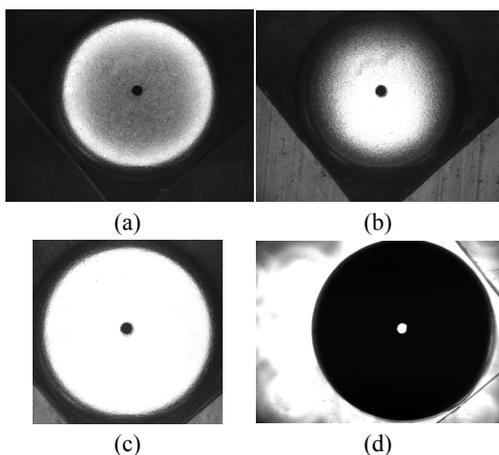


Fig. 1 Sealing cap image using (a) dome, (b) half mirror, (c) dome and half mirror, (d) flood light on bar

영상처리 시스템에서 안정적인 영상취득과 영상처리 알고리즘 적용을 위해서 조명이 차지하는 비중은 매우 크다. Fig 1에서와 같이 (c)돔과 하프미러(half mirror)와 (d)의 평판 조명을 이용한 투과 조명이 양호한 결과를 얻었다. 실링캡 외경  $\phi 18\text{mm}$  중앙에 구멍  $\phi 1\pm 0.1\text{mm}$ 를 검사하기 위하여 고해상도(1.2M pixels)의 CCD센서를 가지는 산업용 카메라를 Fig 2와 같이 구성하였다. 이미지 크기는 0.02 mm/픽셀로 1mm의 홀의 지름에 해당하는 이미지는 50픽셀이다.

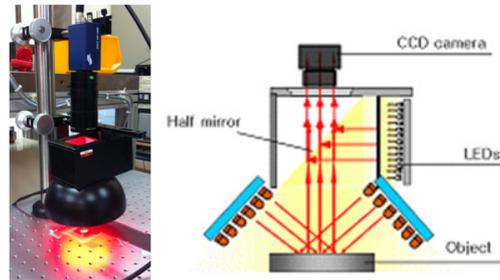


Fig. 2 Proposed system of light for machine vision

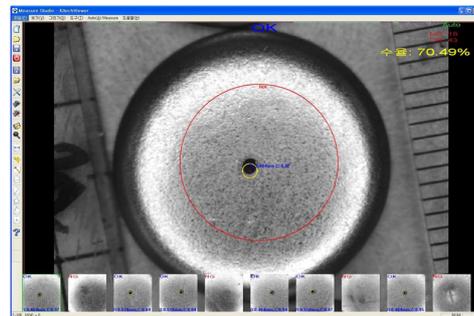


Fig. 3 Screenshot of program for measuring cap sealing hole

Fig. 3은 실링캡 검사용 프로그램의 실행화면이다. 설정된 관심영역 내에서 찾은 홀을 분석 및 판단하여 제품의 합격 여부를 판정하도록 구성하였다.

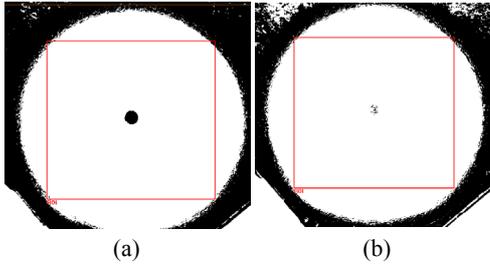


Fig. 4 Image binarization using threshold values of (a) 68, (b) 55

Fig. 4는 영상의 화소값을 0~255 이진화 영상으로 변경하여 이진화 임계값 68과 55로 설정한 결과의 영상이다.

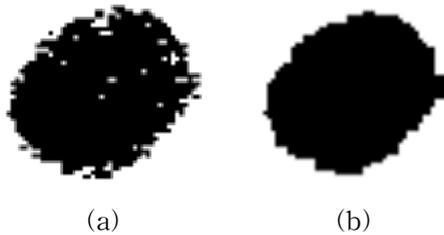


Fig. 5 Reducion of noise from binarization image (a) image of original binarization (b) image of removing noise using opening algorithm

Fig. 5(a)는 홀 부근의 확대 영상으로 Fig. 5(b)에서와 같이 형태학적(Morphological) 열림(Opening) 알고리즘[1]을 통하여 노이즈를 제거한 영상이다.

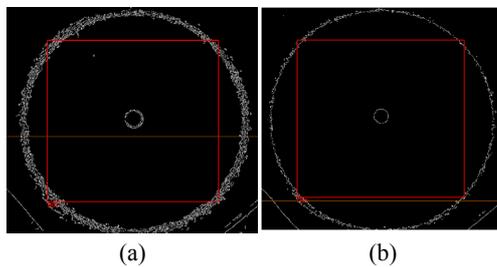


Fig. 6 Image of detecting edge from (a) original input image (b) removing noise and binarization.

경계선을 이용하여 원을 찾는 대표적인 알고리

즘으로 Hough Transform[2]을 이용하였다. 실링캡 상단의 유효 관심 영역에서 홀을 찾고 홀 영상에서 경계선을 구한다. 경계선 검출에는 일반적으로 사용되는 Canny Edge[3] 알고리즘을 적용하였다. 이러한 이진화 영상에서 경계선 검출 결과는 Fig. 6과 같다.

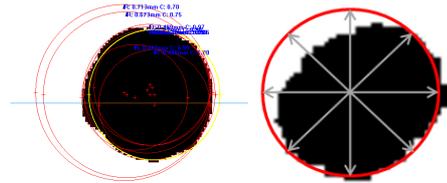


Fig. 7 Measuring circle diameter from possible circles in a hole

∅1mm 구멍의 크기를 찾기 위하여 Fig. 7과 같이 가능한 원을 그리고 이상적인 직경을 찾아 허용공차  $\pm 0.1$  이내의 원을 찾아 합격 여부를 판단한다.

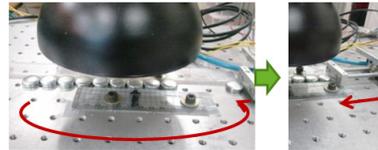


Fig. 8 Loading device of Sealing Cap

Fig.8은 공압실린더를 이용하여 실링캡을 이동하여 반복 검사할 수 있도록 구성한 예이다. 10개의 시료를 가지고 반복 측정한 결과, NG와 OK가 정확한 결과를 얻을 수 있었다.

### 3. 결론

조명은 머신비전에서 매우 중요한 요소로 다양한 조명 특성실험을 통하여 이중 조명에 의하여 안정적인 머신비전 검사가 가능하도록 하였으며, 영상처리에 의한 NG, OK 프로그램 개발과 실험장치에 의한 특성실험으로 In-Line 검사가 가능할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. J. Serra, "Image Analysis and Mathematical Morphology," Academic Press, New York, 1982.
2. J. Illingworth and J. Kitter, "A survey of the hough transform," Computer Vision, Graphics, and Image Processing Vol. 44, No. 1, 87-116, Oct., 1988
3. Lijun Dign an, Aredeshir Goshtasby, "On the Canny edge detector," Pattern Recognition, Vol. 34, No. 3, 721-725, March, 2001