

비전을 이용한 자동차 Support Hinge 의 너트용접 검사 시스템 개발

김성민*(전북대 대학원), 이영춘(한국산업단지관리공단), 이성철(전북대)

Development of Inspection System of Welded Nuts on Support Hinge using Machine Vision

Seong-Min Kim(Graduate school of Chonbuk Univ.),

Young-Choon Lee(Korean Industrial Complex Corp.), and Seong-Cheol Lee(Chonbuk Univ.)

ABSTRACT

This paper is about the development of automatic inspection system of welded nuts on Support hinge using machine vision for the improvement of working condition. Until now, projection welding process was performed by operator. Also, inspection of welded nuts is performed manually and recorded by the operator's naked eye. So these processes caused the produce of poorly-made articles. To improve this manual operation, inspection system using machine vision is introduced. Test algorithm, lighting system and program showed good results to the designed inspection system and led to the increment of productivity.

Key Words : Support hinge, projection welding, machine vision, lighting system

1. 서론

국내의 영세한 자동차부품 제조업체 상당 수는 제품검사 과정을 수작업에 의존하고 있는 실정이다. 즉, 조립 후 양부 판별을 작업자의 육안으로 검사하므로, 작업자의 피로에 따른 검사의 부정확성이 증가하고 동시에 작업자의 잦은 교체로 많은 인력을 필요로 하고 있다. 본 연구에서 고려하는 Support hinge 역시 수작업에 의해 공정과 검사가 이루어지고 있다. 이는 Support hinge 위의 너트용접 누락 및 편심 등의 불량요소를 유발한다. 공정 후 양부 판별 역시 전수검사로 이루어지므로 숙련된 작업자의 느낌에 따라 검사가 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 자동차 부품산업 중 차량 트렁크 Support hinge 의 용접너트 검사 시 정성적 판단을 지양하고, 정량적인 판단기준을 확립하기 위해 비전시스템을 이용한 Support hinge 용접너트의 유무 및 양부 검사장비를 개발하는데 목적이 있다. Fig.1 은 Support hinge 실제 모습을 보여 주고 있다.



Fig. 1 Actual photo of Support hinges and nuts

2. 비전시스템 및 패턴정합 알고리즘

공장 자동화를 구성하는 대부분의 영상시스템은 아날로그카메라를 이용하고 있다. 입력된 영상

데이터를 frame grabber 인 A/D 변환 보드를 통해 컴퓨터로 전송하여 유저가 원하는 다양한 프로그램으로 개발할 수 있다. 표 1 은 비전시스템에 사용된 H/W 및 S/W 를 나타내고 있다.

Table 1 Specification of machine vision inspection system

S/W	IMAQ VISION (National Instrument社 이하 NI라칭함) LabVIEW 7.1 (NI)	
H/W	PC	CPU : Pentium 4 Processor 2.4GHz RAM : 512Mbyte, OS : Windows XP
	Camera	SONY XC-ES30 Analog CCD Camera 30f/sec
	Frame Grabber	NI PCI-1407 board

비전시스템에서 조명을 일정하게 유지시키기 위해 검사 주변과 검사체에 일정한 광도를 유지할 수 있고 내구성이 강한 LCD Light panel 을 이용, 특별히 설계된 역광을 이용한 시스템을 이용하여 비전시스템이 밝기 변화에 둔감하도록 하였고, 패턴정합(Pattern matching) 알고리즘을 적용하여 0.1mm 의 너트 편심오차를 구별할 수 있도록 하였다.

패턴정합 알고리즘은 패턴 T 와 검사할 영상의 겹쳐진 영상부분 I 를 서로 겹쳐놓고 대응되는 픽셀의 밝기 값을 서로 빼서 차이 값을 더하는 것이다. 식(1)과 (2)에서 M 과 N 은 패턴의 가로 및 세로 크기이다. 식(1)의 MAD(Mean Absolute Difference)는 차이의 절대값을 더한 것이고, 식(2)의 MSE(Mean Square Error)는 차이의 제곱 값을 더하는 것이다. 여기서 패턴과 겹쳐진 부분의 영상 밝기 값에 따라 각각의 비교치를 계산할 수 있다.

$$MAD = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N |T(x_i, y_j) - I(x_i, y_j)| \quad (1)$$

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N [T(x_i, y_j) - I(x_i, y_j)]^2 \quad (2)$$

여기서 $T(x_i, y_j)$ 와 $I(x_i, y_j)$ 는 각각 패턴영상 픽셀의 밝기 및 겹쳐진 영상 픽셀의 밝기를 나타낸다.

3. 너트 용접 검사 시스템 설계

합리적인 설계를 위해 상용프로그램인 Pro/E CAD S/W 를 이용하여 3 차원 설계를 하였다. 최적의 작업 동선에 따른 효율 극대화를 통한 시스템으로 유연생산시스템을 갖출 수 있도록 하였다. Fig.2 는 설계된 시스템의 모습이다.

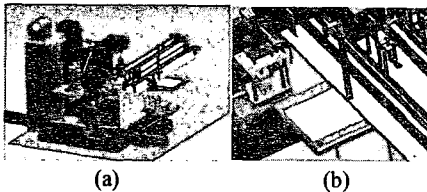


Fig. 2 Designed system using machine vision, (a) Developed system, (b) Back-light system

4. 비전검사 프로그램

동영상 시에 발생하는 불필요한 메모리의 사용을 감소하기 위해 들어오는 입력신호에 의해 카메라에서 영상이 트리거(trigger)되어 정지 영상에서 패턴정합 연산이 이루어지고, 또한 메모리 절약을 위해 ROI(Region of Interest)내에서 연산이 이루어지도록 하였다.

Fig.3 은 개발된 비전검사 프로그램의 주 제어판을 나타내고 있으며, (a)에서는 작업중의 주 제어판을, (b)에서는 셋팅 중의 주 제어판을 보여주고 있다.

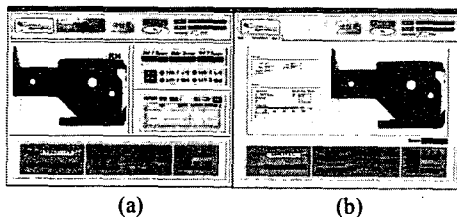


Fig. 3 Main program of inspection system, (a) Operation mode, (b) Setting mode

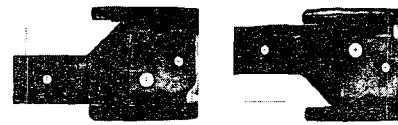
패턴정합 알고리즘은 양품상태의 너트부를 정형으로 하고 이를 주어진 영상에 연산하도록 하였다. 그리고 프로그램에는 0 에서 1000 까지의 점수로 정합도를 표현하여 작업자에게 보여줄 수 있도록 설계하였으며, 셋팅 중에 작업자가 미세한 빛의 변화에 대응할 수 있도록 최소 정합도를 조정하여 사용할 수 있도록 하였다. 또한 그날의 생산량과 양품

개수 및 불량품 개수를 모니터링할 수 있도록 프로그래밍하였다.

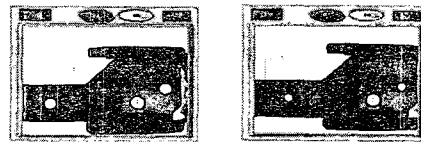
5. 실험결과

Support hinge 에 나타나는 불량 유형으로는 용접 너트의 누락이나 용접너트 위치의 편심 등이다.

Fig. 4 는 검사가 완료되어 패턴정합이 완전히 이루어져 양품으로 판정된 화면을 보이고 있고, Fig. 5 는 패턴정합이 이루어지지 않았으며 불량유형으로 판정된 상태를 보여 주고 있다.



(a) Left hinge (b) Right hinge
Fig. 4 An article of good quality



(a) Nuts which is omitted (b) Eccentric nuts
Fig. 5 A poorly-made article

6. 결론

Support hinge 의 불량조건을 찾아내기 위하여 패턴정합 알고리즘이 적합함을 확인하였고, 비전을 이용한 검사시스템으로 인해 제품의 불량유형 검출 및 통계화가 가능하게 되었다. 또한 소요인원의 대폭 감소로써 여유인력의 확보가 기대된다.

후 기

2005 년도 산업단지(군산) 혁신클러스터사업 산·학·연 공동기술개발 지원으로 이루어진 연구결과와 일부로 이에 관계자 여러분께 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Forsyth, Ponce, "Computer Vision, A modern approach"
2. National Instrument, "NI VISION Manual," pp.517 - 521, 1990.
3. R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing," Prentice Hall.
4. Thomas Klinger, "Image Processing with LABVIEW and IMAQ Vision," Prentice Hall, June 11, 2003.
5. 강동중, 하중은, "Visual C++을 이용한 디지털 영상처리"
6. 홍준희, "Pro/Engineer 에 의한 기계제도," 시그마프레스, 2003.