

머신 비전을 이용한 자동차용 파워윈도우모터 샤프트 검사시스템 개발

Development of an Automotive PWM shaft Inspection System using Machine Vision

*배진호¹, #김성관²

*J. H. Bae¹, #S. G. Kim(kimsg@kongju.ac.kr)²

¹공주대학교 기계공학과, ²공주대학교 기계자동차공학부

Key words : Machine Vision, Power Window Motor Shaft, LabVIEW

1. 서론

파워윈도우 모터샤프트(PWM : Power Window Motor Shaft)는 자동차 창문을 개폐하는 기어가 있는 모터(Geared Motor)의 회전축을 말하며 구동의 원천이라는 점에서 기술적으로 매우 중요한 부품이다. 파워윈도우 모터샤프트(PWM Shaft)의 생산량은 대략 년 1.2억개 규모로, 자동차 산업의 증가에 따라 동일하게 성장하고 있다. Shaft 웜기어(Worm Gear)의 정밀도에 따라 토크(Torque) 전달 과정에서 소음 및 진동에 영향을 준다. 이렇게 다수에 PWM Shaft의 정밀도 검사과정은 Shaft축에서 중요한 외경, Run-out, Roundness를 수동으로 각각의 계측기를 이용하여 별도로 검사하고, 웜기어의 치형은 샘플로 수동검사에 의존하고 있다는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이와 같은 PWM Shaft의 정밀도 측정 과정이 수동검사에 의존하는 문제점을 해결하기 위해 머신 비전을 이용한 검사 시스템을 개발 했다.



Fig. 1 Power Window Moter Shaft

검사 대상인 PWM Shaft를(Fig. 1 참조) 머신 비전을 이용하여 영상처리 후 검사를 하는데, 기존의 논문에서 사용된 영상은 적외선 LED와 같은 특수 조명하에서 취득되는 경우와 일반 조명하에서 취득하여 에지 첨예도(Edge sharpness)를 얻는 경우가 있다. 전자는 조명의 상대나 외부 조건이 문제시될 수 있고, 후자는 영상 상태에 대한 사전 정보가 많이 필요하다[1]. 그래서 본 논문에서는 조명을 뒤쪽에서 비추어 그림자만을 취득하는 후방 조명(Back lighting) 방식을 사용하였으며, 2차 이미지를 획득한 후 NI(National Instruments)사의 LabVIEW 프로그램을 사용하여 LabVIEW에서 제공하는 에지검출 연산자 Roberts를 적용한 후 수평 클램프(Clamp Horizontal)를 이용하여 PWM Shaft축의 외경, 웜기어 부분을 검사 하였고 수동 측정 결과와 비교했다.

2. 시스템 구성

2.1 하드웨어

정확한 이미지 획득을 위해 머신 비전과 이미지 처리를 위해 Compact Vision System(CVS-1456), CMOS방식의 카메라, 조명을 사용했다.

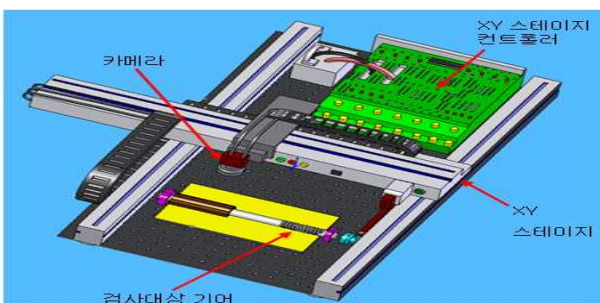


Fig. 2 System Configuration

2.2 소프트웨어

소프트웨어는 NI사의 LabVIEW 프로그램을 사용하였으며, 카메라를 통해 획득한 이미지에 Roberts 필터를 적용하여 에지를 검출하고 PWM Shaft축의 외경, 웜기어 부분 검사를 측정한다. 프로그램은 다음과 같이 실행된다.

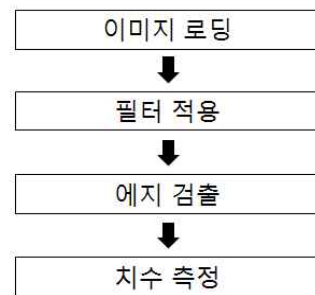


Fig. 3 Program flow chart

LabVIEW 소프트웨어의 필터는 Sobel, Prewitt, Gradient, Roberts 등을 지원하는데, Sobel 마스크는 모든 방향의 에지를 추출하며 들쭉날쭉한 화소값을 비교적으로 평균화하므로 잡음에 강한 장점이 있지만 에지가 두꺼운 단점이 있다. 그리고 Prewitt 마스크는 Sobel 마스크와 비슷한 결과를 나타내는데, 응답 시간이 다소 빠르지만 Sobel 마스크에 비해 밝기 변화에 대하여 비중을 약간 적게 준 관계로 에지 추출시 에지가 덜 부각되는 단점이 있다. Roberts 마스크는 Sobel, Prewitt 마스크에 비해 매우 빠른 계산 속도를 나타내며, Roberts 에지 추출의 경우, 무난하게 추출되어 주변과 관계없이 경계가 확실한 에지를 추출한다. 그 이유는 밝기 값이 급격하게 변화하는 부분에 잘 반응하는 특징을 갖고 있기 때문에 Sobel, Prewitt 에지 영상에 비해 얇은 에지를 추출할 수 있는 장점이 있어 Roberts 필터를 적용했다[2]. 그리고 LabVIEW 소프트웨어에서 지원하는 치수 측정 Clamp function을 사용하여 Shaft축의 외경, 웜기어 부분 검사를 했다. Clamp function은 두 개의 에지를 따라 점들을 검색한 다음 검색된 점들 사이의 거리를 계산하고 반환한다. 다음 그림은 Clamp function이 어떻게 거리를 측정하는지 보여준다. 여기서 ① Rectangular search region, ② Search lines for edge detection, ③ Detected edge points, ④ Measured distance이다[3].

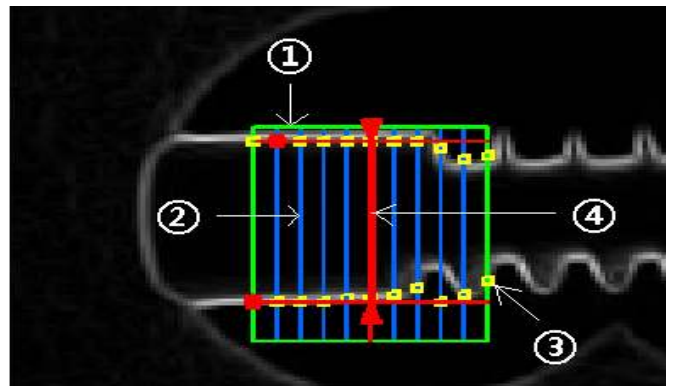


Fig. 4 Clamp function

3. 실험

검사대상(Fig. 1 참조)은 자동차용 PWM Shaft축의 정밀도를 요구하는 외경, 윗기어 부분을 선택하여 실험했다. 프로그램은 LabVIEW를 이용하여 PWM Shaft축의 외경과 윗기어 부분을 자동으로 검사하도록 했다. 프로그램은 크게 이미지를 불러오는 부분, 이미지를 처리하는 부분, 치수를 측정하는 부분으로 구성되어 있다. 작성된 프로그램은 외경검사를 하고, 윗기어 부분을 측정 하기 위해 잇뿌리원 지름, 잇끝원지름, 나사 피치를 검사한다.

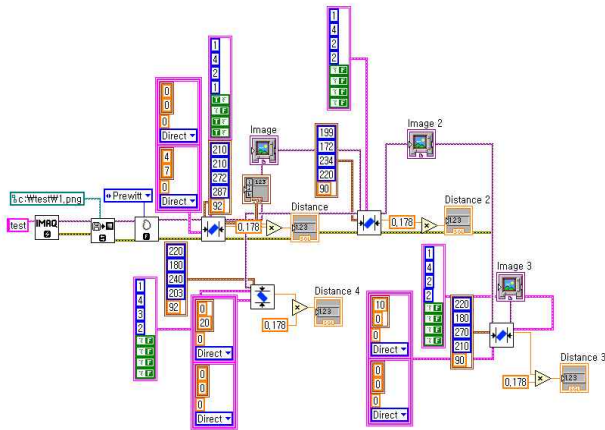
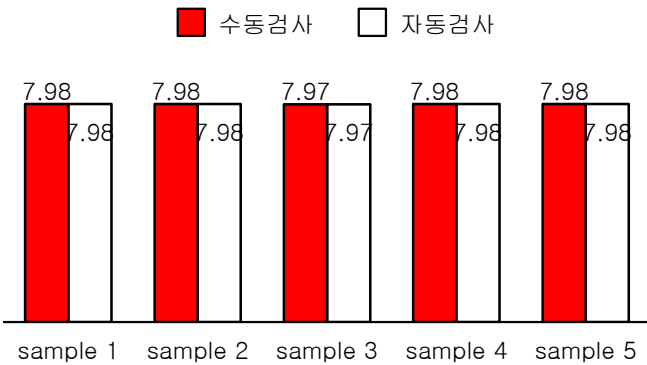
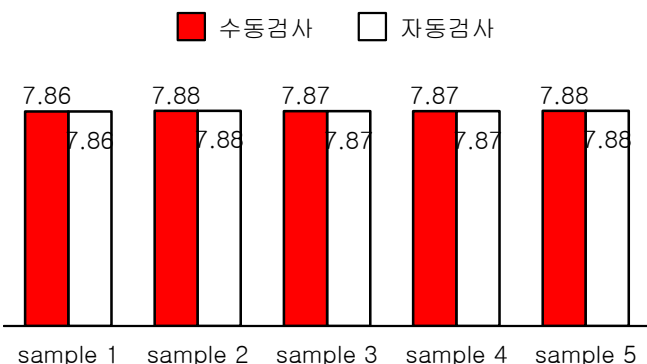


Fig. 5 LabVIEW block diagram

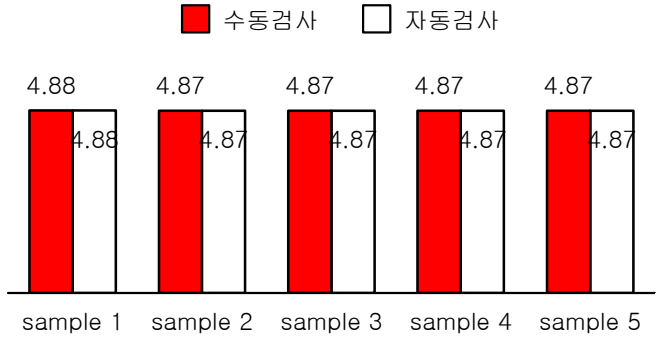
총 5개의 sample을 사용해 실험을 했으며, 실험에 사용한 PWM Shaft축의 외경 검사에 대한 그래프는 Fig. 6(a)이며, 윗기어 부분의 잇뿌리원 지름은 Fig. 6(b), 잇끝원 지름은 Fig. 6(c), 나사 피치는 Fig. 6(d)와 같다. 수동검사는 디지털 버니어 캘리퍼스로 측정한 값을 나타내고, 자동검사는 LabVIEW로 프로그램한 결과 값을 나타낸다.



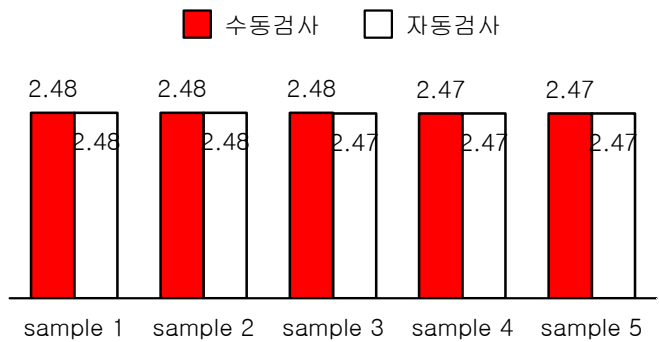
(a) PWM Shaft diameter



(b) PWM Shaft outer diameter



(c) PWM Shaft inner diameter



(d) PWM Shaft screw-pitch

Fig. 6 Experiment results

프로그램으로 측정한 결과 외경검사, 잇뿌리원 지름, 잇끝원 지름 검사에서는 오차가 없지만 나사피치의 경우 0.01mm의 오차를 보였다. 이는 검사 목표치인 0.02mm ~ 0.03mm 보다 더 정확한 수치 임으로 측정한 결과를 신뢰할만하다고 할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 1개의 CMOS카메라와 독립형 비전 시스템을 사용하여 PWM Shaft축의 외경, 윗기어 부분을 검사하는 프로그램을 제작하였고 다음과 같은 결론을 얻었다. (1) 측정 결과를 한눈에 알아보기 쉽고 다루기 쉬운 프로그램을 개발했다. (2) 조명을 뒤쪽에서 비추어 그림자만을 취득하는 후방 조명법을 사용하여 정확한 이미지를 얻을 수 있었다. (3) 제작된 프로그램을 사용하여 측정한 결과 디지털 버니어캘리퍼스로 측정한 결과와의 오차는 0.01mm의 오차를 보였지만 검사 목표치와 비교했을 때 충분한 정확도를 가지고 있다. 그러나 실제 현장에서의 환경조건에 맞는 실험이 필요 하다.

후기

본 연구는 중소기업청의 산학연협력 기업부설연구소 설치 지원사업의 지원으로 진행되었음

참고문헌

1. A Study on The Real-Time processing of The position Matching and Inspection Algorithm in SMT p.77
2. 오픈소스 GS를 이용한 디지털 영상처리 기본 프로그래밍 pp.486~489
3. NI Machine vision and Image Processing Course manual, pp. 2-1~8-28
4. 윤상환, 김한중, 문상인, 김성관 “LabVIEW를 이용한 RV 싱킹 시트의 용접 품질 검사 시스템 개발,” 한국 자동차 공학회 지,1567~1572, 2007.