

비전-모션을 이용한 자동차 도어필러 자동폴리싱 장비 개발 Development of Automobile Door A-Fuel Filler Auto Polishing Machine Using Vision-Motion System

*김성진¹, #이성철², 양수진³, 최광훈³

*S.J. Kim(ksj@camic.or.kr)¹, #S.C. Lee², S.J. Yang³, and K.H. Choi³

¹ (사)전북대학교자동차부품-금형기술혁신센터, ²전북대학교 기계공학과, ³전북대학교 대학원 기계공학과

Key words : Vision, Motion, Auto Polishing, Automation, Door A-Fuel Filler

1. 서론

자동차 부품의 플라스틱 재질은 대부분 사출성형으로 이루어지며 이는 형상의 구애를 거의 받지 않아 자유 곡면 형상을 표현할 수 있다. 또한 다양한 색상과 저렴한 가격으로 대량 생산을 할 수 있으며 차량의 경량화에 따른 EP(Engineering Plastic)의 개발이 활발해지면서 사출성형에 의한 자동차 부품의 생산은 점점 증가하는 추세이다.

자동차 외관품목인 도어필러(Door A-Fuel Filler)는 사출물 도장품으로 도장 면에 대한 상태가 중요한 검사요소이며, 도장 공정 후 도장사출물에 대한 불량률이 70%이상 발생된다. 이에 도장 제품에 대한 광택작업은 필수공정으로 현재 작업자의 육안검사와 공압공구를 이용하여 수작업으로 진행되어지고 있다. 제품 표면의 광택을 위해서는 폴리싱 과정에서 가압이 필요하며, 지속적인 단순반복 작업과 특수한 부위의 근육만 사용으로 작업자들의 애로사항이 많이 발생하여 작업자들의 기피공정으로 외국인 노동자들이 작업을 진행하고 있다.

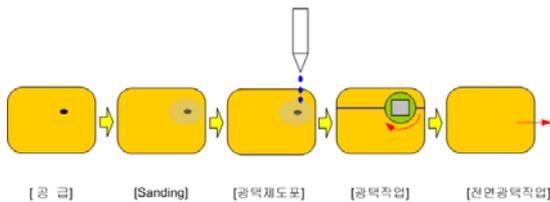


Fig. 1 Polishing process

Fig. 1에서와 같이 기존 작업공정은 작업자 육안검사를 통해 발견된 불량부분에 샌딩(Sanding)작업을 한 후 그 위에 광택제를 도포하고 이를 폴리싱 건으로 광택을 내는 작업으로 구성된다.

본 과제에서는 광택면에 대한 도장불량의 정도에 따라 샌딩 정도의 차가 발생하므로 작업자가 육안확인 후 샌딩 작업과 광택제 도포작업을 선 진행하고 이를 장비에 투입한다. 이후 비전시스템에서 불량위치를 판별하고 위치값을 기준으로 하여 직교로봇에서 광택작업을 수행하고 끝으로 전면광택을 수행하는 공정으로 구성하여 개발하고자 한다.

2. 자동 폴리싱 장비 설계

개발과제에서는 비전시스템에서 불량위치를 판별하고 위치값을 기준으로 하여 직교로봇에서 광택작업을 수행하고 끝으로 전면광택을 수행하는 공정으로 설계하였다.

제품을 고정하는 고정지그가 반송시스템을 통해 순환되어지고 머신 비전시스템을 통해 불량 위치를 파악하게 된다. 그리고 폴리싱 공정은 직교로봇과 작업공구가 부착된 공압 실린더를

이용하여 불량위치에 대한 작업이 이루어지고 최종단계로 제품의 도장면 전체를 폴리싱 작업이 진행되도록 구성하였다.

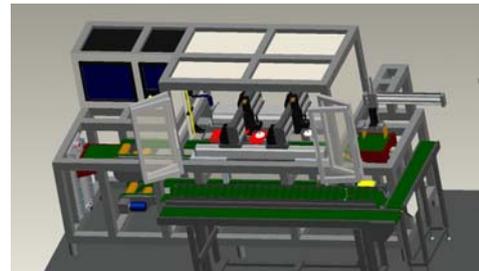


Fig. 2 3D Modeling of auto polishing machine

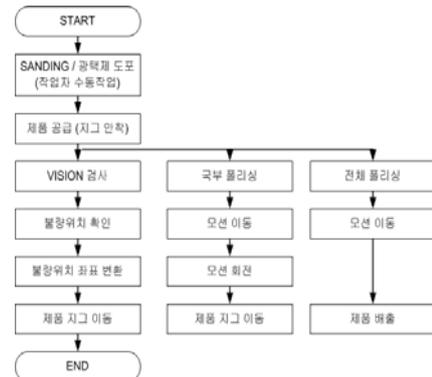


Fig. 3 Flow chart of auto polishing machine

3. 비전-모션을 이용한 폴리싱 공정 설계

제품의 폴리싱 작업의 자동공정을 위해 비전시스템을 이용하여 작업위치좌표를 취득하고 이를 모션 위치좌표로 변환하여 작업이 진행되도록 PC 제어프로그램을 설계하였다.

Table 1 Specification of vision-motion system

Section	Specification
Vision System	- IEEE1394 Camera (60f/sec) - LED light
Motion	- Mitsubishi servo motor / driver - Motion controller(NI PCI-7390)
Control	-Panel PC (Pentium IV 2.4GHz and 1G memory)
Program	- LabVIEW 8.2 - NI IMAQ VISION - NI MOTION

3.1 불량위치 비전검출 시스템

도장의 샌딩과 광택액을 도포한 제품에 대하여 비전시스템을 이용한 불량위치 추적을 위해 머신비전 카메라를 통해 제품에 대한 영상을 취득하였다. 취득된 영상은 제품의 도장면과 광택제를 도포형상을 영상의 경계값(threshold)을 통해 2진화하고, 이를 통해 구분되어지는 요소의 중심점을 추적하여 작업좌표로 구성하였다.

또한 제품의 도장색상이 11종류이다. 색상에 따라 빛의 반사 정도가 상이하여 각각에 대한 영상취득을 위해 제품의 도장면에 고른 조명조건을 유지하고 취득된 영상에 조명의 반사가 없도록

조명높이를 설정하였으며, 0~255단계의 조명의 밝기를 조정하여 색상별로 조명조건을 설정하였으며, 시리얼 통신으로 제어하였다.

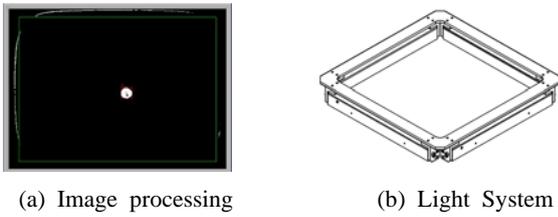


Fig. 4 Vision system

3.2 비전-모션 좌표변환

제품의 작업위치에 대한 좌표일치를 위해 비전위치좌표를 모션위치좌표로 변환하게 되는데 이를 위해 아래와 같이 지정된 위치의 4점에 대한 위치값을 가지고 보정작업을 통해 두 좌표에 대한 좌표일치를 하였다.

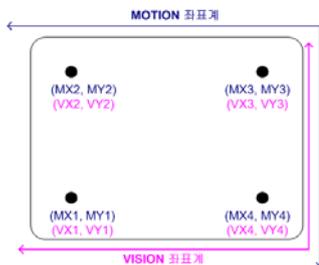


Fig. 5 Vision coordinate and motion coordinate

$$\begin{aligned} MX &= A VY + B \\ MY &= C VX + D \end{aligned} \quad (1)$$

여기서, MX, MY : 모션 위치좌표
 VX, VY : 비전 위치좌표
 A, B, C, D : 보정계수

3.3 모션 제어

모션시스템은 폴리싱 작업 위치로 공구를 이동하여 작업을 진행하도록 하였다. 폴리싱 작업을 위해 2축 직교로봇을 이용하여 평면좌표를, 공압 실린더로 Z축을 구성하였으며 작업공구는 공압 실린더에 부착하였고, 폴리싱 공정의 모션제어는 Fig. 7과 같이 작업위치를 중심으로 작업공구를 원형궤적으로 이송하면서 작업을 수행하였다.



Fig. 6 Structure of polishing process using 2-Axis robot

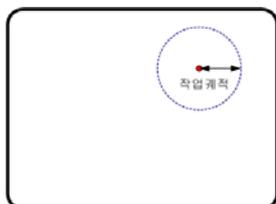


Fig. 7 Circle contour motion control

3.4 비전-모션 제어프로그램

자동 폴리싱 공정을 구성하는 비전시스템과 모션시스템의 제어는 LabVIEW 8.2를 이용하여 구성하였으며 Fig. 8은 제어프로그램의 주 화면이다.

제어프로그램은 비전시스템과 모션시스템에 대한 설정과 좌표변환을 위한 좌표보정을 하도록 설계되었으며, 비전시스템의 검사이미지와 검출된 불량위치의 좌표, 폴리싱 작업위치가 보여진다. 또한 11 색상에 대한 검사환경의 설정이 저장되어 작업자가 색상선정만으로 작업 전환이 가능하도록 하였으며, 일일 단위의 생산계획과 생산수량을 확인할 수 있다.



Fig. 8 A capture of main panel

4. 결론

본 개발을 통해 비전-모션시스템을 통해 공급된 제품의 작업 위치를 추적하고 작업공구를 이동하여 폴리싱 공정을 자동화할 수 있었으며, 이를 통해 작업자에 의한 수동 작업과 동일한 품질을 얻을 뿐만 아니라 작업자의 폴리싱 공정에서 소요되는 작업강도를 저감할 수 있었다.

GM 대우자동차의 부품 협력업체인 S사는 자동차 도어필러에 대한 자동 폴리싱 장비개발로 수작업공정으로 생산함에 있어 발생하는 작업자들의 직무환경에 대한 개선을 이룰 수 있었다.

후기

본 연구는 STA(주)와 산업단지혁신클러스터사업 현장맞춤형기술개발사업 지원으로 이루어진 연구의 결과로 이에 관계자 여러분께 감사사를 드립니다.

참고문헌

1. Thomas Klinger, "Image Processing with LabVIEW and IMAQ Vision," Prentice Hall, 2005.
2. R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing," Prentice Hall, 1998.
3. S. W. Shin and D. S. Ahn, "Transfer De-burring Skills to Robot using Vision System," J. the of KSPE, Vol. 15, No. 9, pp. 93-100, 1998.
4. Linda G. Shapiro and George C. Stockman, "Computer Vision," Prentice Hall, 2001.
5. 박홍복, "LabVIEW 8(한글판) 그래픽컬 프로그래밍", 정익사, 2006.
6. Forsyth and Ponce, "Computer Vision, A modern approach," Prentice Hall, 2003.
7. David Vernon, "Machine Vision, Automated Visual Inspection and Robot Vision," Prentice Hall, pp. 118-130, 1991.