

비전-모션을 이용한 자동차 휠캡 자동조립 장비 개발 Development of Automobile Wheel-Cap Assembly Machine using Vision-Motion System

*김성진¹, #이성철², 양균의³, 양수진⁴, 윤명우⁵

*S. J. Kim(ksj@camtic.or.kr)¹, #S. C. Lee², G.E. Yang³, S.J. Yang⁴, M.W. Yoon⁵

^{1,4}(사)전북대학교자동차부품·금형기술혁신센터, ^{2,3}전북대학교 기계공학과, ⁵STA(주)

Key words : Wheel-cap, Assembly, Vision, Servo control

1. 서론

최근의 산업에서는 디자인이 중요시 되고 있으며, 자동차 산업에서도 전체적인 외형뿐만 아니라 각 부품의 디자인에도 많은 관심을 가지고 있다. 또한 자동차 업체에서도 자사의 홍보를 위한 노력을 많이 하고 있다. 자동차용 휠캡은 자동차 휠 중앙에 결합되어지는 부품으로 자동차 메이커의 로고가 새겨져 광고효과를 내고 있다.

자동차용 휠캡은 일반적으로 상부 캡과, 타이어에 제품을 고정해주는 플라스틱 하부캡으로 구성되며, 상부 캡과 하부 캡 사이는 양면테이프로 고정되고 있다.

본 개발 과제에 적용된 제품은 알루미늄 재질의 상부캡과 플라스틱 하부캡에 각각 Maker사 Logotype이 Fig.1과 같이 음각과 양각이 새겨져 있는 휠캡이다.



Fig. 1 Upper part and Lower part in Wheel-Cap

현재, S사의 조립공정은 한번에 2개의 캡을 압착 조립할 수 있는 공압실린더 지그를 이용하고 있으며 압착을 제외한 전 과정은 수작업으로 진행되고 있다. 따라서 단순 반복작업 과정 중 두 부품의 각도를 육안으로 확인하여 일치시키는 문제로 불량률이 다수 발생하고 있다.

이에 개발코자 하는 장비는 상부캡과 하부캡을 공급하면서 영상을 추출하여 각각의 회전각을 계산하고 이를 모션제어로 두 부품의 회전각을 일치시키고 조립하는 자동화 시스템이다. 또한 영상처리로 하부캡의 경우 플라스틱 사출공정의 미성형 제품을 검사하여 조립이 진행되지 않도록 고려하였다.

2. 자동조립장비 설계

본 개발 장비는 Fig.2와 같이 이송장치, 비전시스템, 모션 제어를 이용하여 자동으로 플라스틱 하부캡과 알루미늄 상부캡의 각도를 맞춰 조립을 수행하는 공정으로 구성하였다. 상부캡과 하부캡은 각각의 공급장치를 통해 Turn table 방식의 8분주 원형판 위의 지그에 공급되며, 원형판이 45° 회전하면서 공정이 진행되도록 설계하였다.

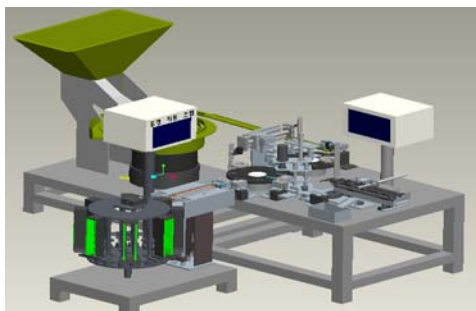


Fig.2 3D modeling of Auto assembly machine

2.1 하부캡 공정설계

Fig.3과 같이 공급장치로부터 공급된 하부캡은 8개의 캡을 수용할 수 있는 턴테이블에 각각 공급되며, 공급된 하부캡을 45도씩 회전하면서 조립 작업이 진행되도록 이송 공정을 설계하였으며, 하부캡의 회전각과 미성형에 대한 검사가 먼저 이루어지고, 양면테이프의 보호커버를 제거하는 작업이 차례로 진행된다.

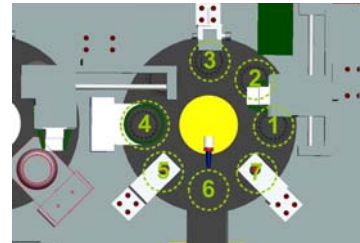


Fig.3 Layout of Turn-Table for lower part

다음은 각 공정에 대한 과정이다.

- ① 새로운 플라스틱 캡 공급.
- ② 제품 공급 확인.
- ③ 영상을 이용한 플라스틱 캡 미성형 검사 및 각도 검출.
- ④ 양면테이프 보호커버 제거 및 플라스틱 캡 회전 이송.
- ⑤ 제품 배출 확인.
- ⑥ 양면테이프 보호커버 배출.
- ⑦ 플라스틱 캡 유무 확인.

2.2 상부캡 공정설계

공급 장치로부터 공급된 상부캡은 하부캡과 동일한 방법으로 진행되며, Fig.4와 같이 이송 공정을 설계하였다. 상부캡의 회전각 검출과 이송된 하부캡과의 조립공정이 진행된다.



Fig.4 Layout of Turn-Table for upper part

다음은 각 공정에 대한 과정이다.

- ① 알루미늄 캡 공급.
- ② 제품 공급 확인.
- ③ 비전을 이용하여 알루미늄 캡 각도 검출.
- ④ 플라스틱 캡 공급, 가압착
- ⑤ 공압 실린더를 이용하여 압착.
- ⑥ 제품 배출.
- ⑦ 제품 배출 확인.

3. 비전-모션을 이용한 휠캡 조립

휠캡 조립을 위해 비전시스템으로 상부캡과 하부캡의 회전각을 검출하고, 서보모터로 위치제어를 통해 두 부품의 회전각을 일치하도록 시스템을 구성하였다.

Table 1 Specification of vision-motion system

Section	Specification
Vision System	- Analog Camera (Sony XC-HR50) 2EA - LED light - Grabber Board(NI PCI-1409)
Motion	- Mitsubishi servo motor / driver - Motion controller(NI PCI-7390)
Control	-Panel PC (Pentium IV 2.4GHz and 1G memory)
Software	- Labview 8.2 - NI IMAQ VISION - NI MOTION

3.1 회전각 검출

비전시스템을 이용한 상부캡과 하부캡의 회전각 검출은 일정한 조명환경을 위해 각 카메라마다 LED Light를 사용하였으며, NI PCI-1409 Board를 통해 영상을 획득하였다.

두 부품의 회전각 검출은 취득된 영상에서 미리 얻어진 템플릿을 이용하여 패턴매칭 알고리즘으로 각각 추출하였다. Fig.5는 상부캡과 하부캡에 대한 영상처리 결과를 보여준다.



(a) Upper part (b) Lower part

Fig.5 Images of Angle detection

3.2 미성형 검사

하부캡은 자동차 휠에 고정되기 위해 20개의 돌기를 가지는 사출품으로 미성형 여부를 검사되어야 한다. 따라서 공정의 단순화를 고려하여 하부캡의 회전각 검출 시에 얻어진 영상을 이용하여 미성형 검사를 시행하였다.

미성형 검사는 취득된 영상에서 기준이 되는 하나의 돌기를 기준 템플릿으로 설정하고 이를 4개의 영역으로 나누어 패턴매칭으로 돌기점을 취득하였고, 취득한 전체 점의 위치를 필터링하여 돌기의 개수를 계산하였다.

미성형 검사에 대한 영상처리 결과는 Fig.5(b)에 보여주고 있다.

3.3 회전 제어

비전시스템으로 얻어진 두 개의 회전각에 대하여 상부캡의 회전각(α)을 기준으로 하부캡의 회전각(β)과의 차이를 계산하여 얻어진 회전각(θ)을 구하고, 하부캡을 θ 만큼 회전하여 두 부품의 회전각을 일치하도록 하였다.

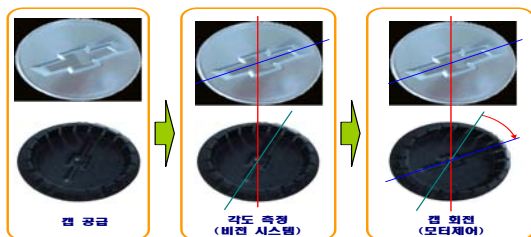


Fig.6 Angle matching process

모터회전각, θ 는 다음과 같이 구하였다.

$$\theta = \alpha - \beta \quad (1)$$

여기서, $0 \leq \alpha \leq 180^\circ$, $0 \leq \beta \leq 180^\circ$

개발 장비에서 비전시스템을 이용한 제품의 회전각 검출은 $\pm 0.1^\circ$ 의 정밀도를 가지고 있으며, 모션도 0.1° 단위로 회전하도록 제어되고 있다.

3.4 LabVIEW를 이용한 시스템구동 Program

휠캡 상부와 하부의 회전각 일치화를 위해 비전검사와 서보제어를 하나의 프로그램상에서 제어할 수 있도록 프로그램을 설계하였으며, 이에 대한 프로그램은 Labview를 이용하여 프로그래밍 하였다.

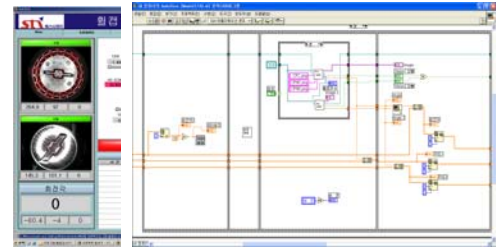


Fig.7 A Block diagram of Angle detect program by Labview

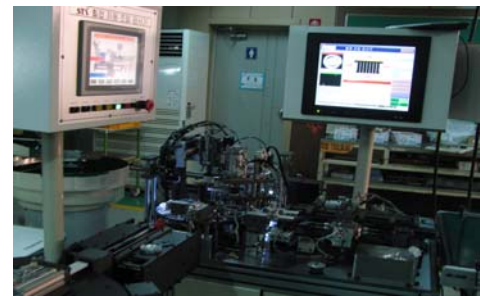


Fig.8 Structure of auto assembly machine using vision-motion system

4. 결론

두개의 부품으로 구성된 자동차 휠캡의 조립공정에서 부품의 방향성 일치화를 위해 비전시스템과 모션제어를 적용하여 자동 조립장비를 개발하였으며, 특히 하부캡에서 발생하는 미성형검사를 동시에 진행함으로써 제품에 대한 품질향상을 기대할 수 있었다.

GM 대우자동차의 부품 협력업체인 S사는 자동차 휠캡 자동조립시스템 활용으로 기존 수작업 공정으로 생산할 때 발생하는 작업자들의 직무환경이 개선되고 불량 발생이 감소되는 개선효과를 기대하게 되었다.

후기

본 연구는 STA(주)와 산업단지혁신클러스터사업 현장맞춤형 기술개발사업 지원으로 이루어진 연구의 결과로 이에 관계자 여러분께 감사를 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. of the KSPE, Vol.15, No.9, pp.93-100, 1998.
4. Linda G. Shapiro and George C. Stockman, "Computer Vision," Prentice Hall, 2001.
5. National Instrument, "NI Vision Manual"
6. S.M. Kim, J.Y. Yoon, Y.C. Lee, and S.C. Lee, "Inspection System of Omission and Eccentricity of Welded Nuts using machine Vision," CASS2006, pp.2340-2434, 2005.
7. David Vernon, "Machine Vision, Automated Visual Inspection and Robot Vision," Prentice Hall, pp.118-130, 1991.
8. S.H. Han, "Vision System Design for Automated Test and Repair of Steam Generator Holes in Nuclear Power Plants," J. of the KSPE, Vol.15, No.6, pp.5-14, 1998.