
영상정보를 이용한 가스벤트자동교환 장치

권장우* · 홍준의* · 윤동엽** · 길경석*** · 이동훈**** · 노태정*****

A study on the development of Gas-Vent Automatic Exchange Machine with Vision System

Jang-woo Kwon* · Jun-eui Hong* · Dong-Eop Yoon** · Gyung-suk Kil*** · Dong-Hoon Lee**** · Dong-Hoon Lee*****

요 약

본 논문에서는 신발금형의 가스벤트 착탈 작업을 효율적으로 진행하기 위해 이미지 프로세싱을 통한 가스벤트 착탈위치 탐색과 정밀 제어로 착탈 작업을 수행하는 교환 장치의 두 가지 기술을 다루고 있다. 이 두가지 방법을 적용하기 위한 핵심적인 이슈는 신발 금형의 가스벤트 교환 위치의 중심을 어떻게 하면 정확하게 찾아내는가이다. 이러한 자동 교환 장치의 사용은 가스벤트 착탈 시간을 줄이며 아울러 노동력의 절감 제품의 생산에 드는 비용을 최소화 하는 등의 여러 가지 이점을 가져다 준다. 이 장치를 사용하여 실험을 통해 검증한 결과 가스벤트 교환 장치의 사용이 더 안정적이고 효율적이며 착탈 시간을 줄여 공정시간을 단축하는 것을 증명할 수 있었다.

ABSTRACT

This paper describes two major techniques; image processing and gas vent insert and rejection control, for efficient gas vent exchange and holes detecting on the shoes mold. The key idea is to detect holes on the mold to select which holes to insert and to reject automatically guide center of hole's position. This allows us to save labor time while minimizing defective rate of PU shoes mold forming and production costs for gas vent exchange such as insertion and rejection.. Our experimental results have demonstrated that the hole's detection and gasvent exchange mechanism are more efficient, and provide accurate mechanism to mitigate risks of vent injection/rejection failures.

키워드

Image Processing(영상처리), Midsole Mold(신발 중창 금형), Gas-Vent(가스벤트)

I. 서 론

신발 업계에서 신발 중창의 폴리우레탄(PU) 발포작업 시 발생하는 기포문제, 특히 속 기포 문제는 PU등 고분자 재료가 신발 금형에 사용되는 시점부터 현재에 이르기 까지 많은 문제가 되어 왔다. 속기포 발생시 이를 수리하는 과정에서 접착불량이나 경도 변화 같은 문제가 발생하기 때문이다. 현재는 Ventless 등 기계적, 화학

적 접근으로 기포 불량은 많이 감소하고 있는 추세지만 여전히 해결 되어야 할 신발산업 부분의 과제이다. 또한 신발 중창의 기포문제는 비용적인 측면뿐만 아니라 신발의 질적 향상을 위해서도 국내 신발 업계에서 최우선적으로 해결해야 할 과제이다. 이를 위해 여러 생산회사에서 기포문제 개선을 위한 다각적 시험을 실시하고 있으나 뚜렷한 성과는 미비한 상태이다. 이러한 기포문제에 뚜렷한 대안이 없는 상태로 현재는 속 기포 발생 시

* 동명대학교 컴퓨터공학과
** 부경대학교 전기제어공학부 전기정보공학과
*** 한국해양대학교 전기전자공학부

**** 동명대학교 의용공학과
***** 동명대학교 메카트로닉스공학과
접수일자 : 2007. 1. 3

주사기로 수리하는 방법으로 불량품을 재생산하는 실정이다.

이에 본 연구에서는 신발 중창 중 특히 PU 금형에 100% 호환을 유지하며 별도의 추가 비용 없이 기존 금형에 설치 가능한 다공질 소재를 이용한를 개발하여 신발 중창 속 기포 문제 발생을 해결하였다. 이는 신발 미드솔 내부의 불량률을 낮추어 공정의 효율성을 높였으며, 신발 성형물의 Burr 제거 인원의 감축과 불량률 감소로 경제적인 면에서도 많은 이점이 나타나게 되었다.

그러나 소결금속 구성의 가스 벤트 사용 시 가스 배출이 원활하게 이루어져 기포발생 원인을 근본적으로 해결할 수 있는 장점이 있으나 이를 장기간 사용하게 되면 PU 수지에 의해 구멍이 막혀 가스 배출 성능이 점차로 떨어지기 때문에 일정한 주기마다 이를 교체할 필요가 생기게 되었고 이를 위해 가스 벤트 자동 교환 장치를 개발하게 되었다.

자동교환 장치를 이용하여 가스 벤트 교체 작업시 금형의 홀과 가스 벤트간의 유격이 거의 없으므로 정확히 삽입, 추출할 지점의 좌표가 구해지지 않는다면 금형의 손상과 아울러 신속한 가스 벤트 교체 작업이 이루어지기 힘들다. 이를 본 연구에서는 영상처리 장비를 이용하여 금형의 홀의 위치를 판별하고 정확한 삽입, 추출 점의 좌표를 구하는 장치를 개발하여 가스 벤트 교체 작업이 원활하게 이루어지도록 하였다.

II. 본 론

2.1. 다공질 가스 벤트

현재 신발 업계에서는 PU 발포 시 발생하는 신발 금형내의 기포 수리에서 오는 부작용(접착불량, 경도변화) 때문에 개선 사항이 요구되고 있다. 이에 국내외 업체에서는 진공을 이용한 가스배출, 통기성 주형개발 등 여러 가지 연구를 해나가고 있으나 아직은 뚜렷한 대안이 없는 상태이다. 이러한 문제에 대한 해결책으로 본 연구에서는 가스 벤트라는 소재를 개발하여 PU 발포 시 발생하는 가스를 외부로 쉽게 배출하는 시스템을 제안 하였다. 가스 벤트는 다공질로 된 Stainless, Cu, Ceramic 등의 소재를 사용한 것으로, 이 소재는 기존의 신발 금형의 형상에 맞도록 구성할 수 있어 기존 금형의 변경 없이 그대로 사용할 수 있다는 장점이 있다.

다공질 가스 벤트는 그림 1.과 같이 기공도의 특성이 우수한 Bronze 입자로 구성되어 있으며, Bronze 소재를 진동 소결 공법으로 가공하여 다공질 소자를 만든다. 성형 방법은 분말의 입도, 성형방법 및 가압력, 소결 방법 및 소결 조건 등을 적절히 선정하여 용융점이 낮은 금속 분 또는 저온에서 증발 비산하는 유기물분을 소량 혼합하여 균일한 다공질 체를 얻는 방법이다. 이러한 방법을 통해 다공도를 조절하여 PU 발포 시 발생하는 가스를 배출하면서 PU액은 외부로 새지 않도록 조절한다. 연구에서 쓰인 다공질 소자의 기공의 크기는 5~20[μ m]이며 이는 PU의 입자보다 작은 크기로 PU 성형시에 발생하는 가스 만 외부로 배출할 수 있다. 또한 소결에 의한 성형으로 기존의 금형이 어떠한 모양이든 상관없이 그에 맞게 가스 벤트를 제작할 수 있는 장점을 가진다.[1][2][3][4]

표 1.을 통하여 다공질 소재의 특성을 살펴볼 수 있다.

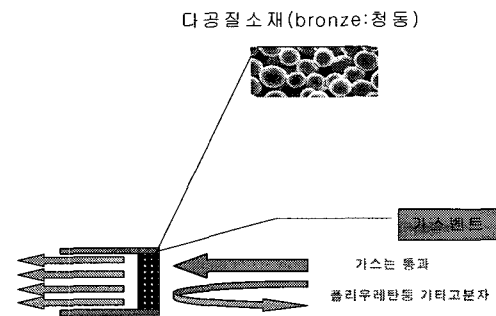


그림 1. 다공질 가스 벤트의 원리
Fig. 1. Principle of vesicular gas vent

표 1. 다공질 소재의 특성치
Table 1. Characteristic of vesicular material

특 징	내 용
1.재질	Stainless, Cu, Ceramic을 기본으로 하는 합금 다공질 소재
2.평균기공의 크기	5, 10, 15, 20 μ m
3.다공질체의 크기	외경: 5~10mm, 두께: 1.0~3.0 mm
4.평균 기공율	PU등의 소재 막힘 억제 가능한 기공율 10~40%

2.2. 가스벤트 자동교환 시스템

앞서 소개한 가스 벤트는 PU의 입자보다 작은 기공을 가지고 있어 Gas 만 외부로 배출하는 소재이다. 하지만 이를 오래 사용하게 되면 PU액이나 먼지등의 누적으로 가스 배출 성능이 떨어지게 되므로, 가스 벤트를 주기적으로 교체해야 할 필요성이 생기게 된다. 그러나 작업장에서 사람의 손으로 가스 벤트를 교체하는 기존의 방법은 번거롭고 또한 교체작업 중 가스 벤트 및 금형의 손상 가능성이 야기되어 이를 개선할 필요성이 생겼다. 이에 본 연구에서는 영상 정보를 이용하여 자동으로 가스 벤트를 교체하는 장치를 개발하게 되었다.

2.1.1 장치 구성

가스 벤트 자동교환 장치는 Vent를 교환하여야 할 금형을 교체기기 내부로 이송하는 이송부와 영상 촬영 및 탈착 헤더의 제어를 위한 X, Y 플로터 그리고 정확한 탈착 지점의 값을 얻기 위한 영상처리 장비로 구성되며 시스템 구성도는 그림 2.와 같다.

탈착 잡업은 성능이 떨어진 가스 벤트를 제거하고 새로운 가스 벤트를 삽입하는 두 작업이 모두 기기 내에서 수행이 가능하여야 하기 때문에 교환장치 내부에서 금형을 90° 회전이 가능하도록 설계되었으며, 정밀한 영상 측정 및 탈착장치의 제어를 위하여 정밀 제어가 가능한 X, Y 플로터를 사용하였다.

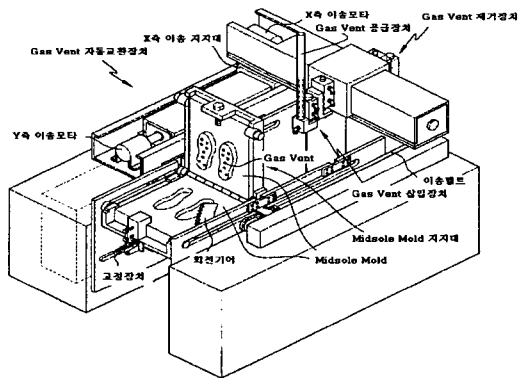


그림 2. 가스벤트 자동교환 장치
Fig. 2. Automatic gas vent exchange system

교체작업을 수행 할 금형은 그림 3.과 같이 금형 지지대에 놓여 고정하게 되고, 이송 모터를 구동하여 벨트로 힘을 전달 받아 금형을 이송하게 된다. 금형의 지지대는

안내판에 형성된 원의 호로 생긴 안내공을 따라 이송장치에 의해 90° 아래로 회전이동 하여 가스 벤트 제거 장치의 위치로 이동하게 된다.

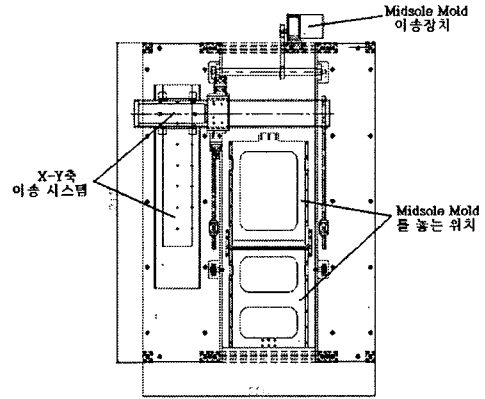


그림 3. 가스 벤트 자동교환 장치의 평면도
Fig. 3. A Plane figure of automatic gas vent exchange machine

이송부를 통하여 기계 내부로 옮겨진 금형은 가스 벤트 삽입 · 추출 점을 찾기 위하여 카메라로 촬영하게 된다. 영상장치 및 탈착장치는 그림 4.와 같은 1/8000mm 까지 제어 가능한 X, Y 플로터에 장치되어 정밀한 제어를 통해 정확한 삽입 · 추출 점을 찾게 되고 영상장비를 통해 위치가 구해지면 정확한 포인트로 탈착장치의 헤더가 이동하여 가스 벤트 교체 작업이 이루어지게 된다.

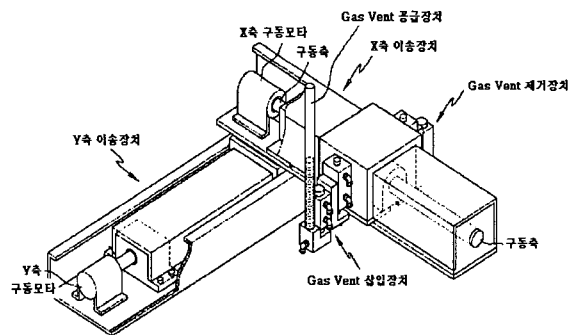


그림 4. X, Y 플로팅 부분
Fig. 4. X-Y floating Part

2.1.2 장치 제어

가스 벤트 자동 교체장치는 그림 5.와 같은 Flow Chart 순으로 동작된다. 우선 금형을 금형 지지대에 고정시킨

후 기 제어 프로그램을 통해 금형을 장치 내부로 이송한다. 다음으로 X, Y 플로터를 움직이는 Servo를 제어하여 영상을 촬영하여 삽입·추출점의 좌표 위치를 구하게 된다. 구해진 좌표가 정확한 좌표로 판정되면 목표 좌표로 설정하고 X, Y 플로터가 움직여 착탈 작업을 수행한다.

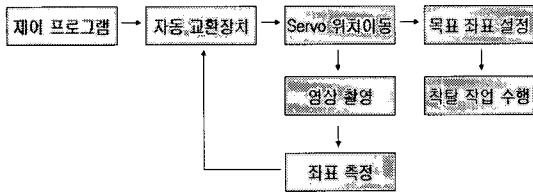


그림 5. 가스벤트 교환시스템 동작도
Fig. 5. Operation diagram of automatic gas vent exchange system

기계장치는 PLC를 통해서 점점을 제어하여 구동하게 되고, PLC는 RS-232C Interface를 이용해 PC와 연동시켜 PC의 제어 프로그램에 의해 동작된다. 그림 6.은 가스 벤트 자동 교환 장치를 구동하기 위해 만들어진 프로그램 화면으로 수동으로 교환 장치를 조작하거나, 자동으로 일련의 탈착 작업을 수행하도록 명령을 내릴 수 있다.

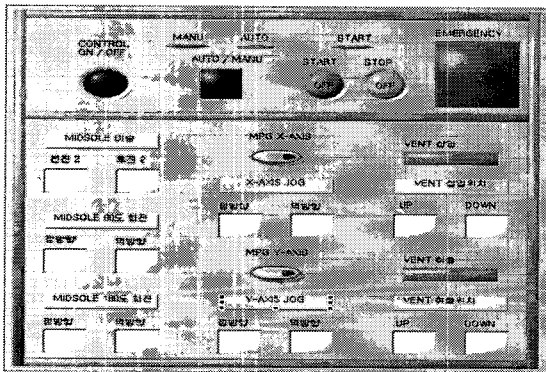


그림 6. 자동교환 장치 제어 프로그램
Fig. 6. User interface of control program

Format	Header	교신호	명령어	type	Block Number	수신 Style	Data	Tail	Frame check
Frame (Char.)	ACK	010	R 01	SB	01	164	112345678	ETX	BCC
ACK value	166	h313d	h52 (012)	h53d2	10001	h263d	h3122333435363738	163	

구조화된 Data Area

그림 7. PLC 제어용 송수신 프로토콜
Fig. 7. Protocol for PLC control

PC와 PLC간의 통신에 사용되는 프로토콜은 그림 7. 과 같이 구성된다. Header와 Tail 사이에 PLC를 제어하기 위한 명령어와 Data 값을 조합하여 PC에서 Serial Port를 통해 PC에서 Serial Port를 통해 PLC로 전송하면 이에 상응하는 응답을 받는 형식이다. 그림 8을 제어에 이용되는 PLC 레지스터 영역을 보여준다. 해당 레지스터를 이용하여 입출력 및 내부 Relay Timer, Data Register 등의 레지스터를 읽고 쓰는 과정을 통해 PLC를 제어하고 Data 값을 읽어 올 수 있게 된다.

Item	Memory 구분	Memory 구분				비고
		Bit	Byte	Word	Double	
Master K	Input & Output	%X000-	-	%Y000-	-	Read / Write
	보류 Relay	%M000-	-	%M000-	-	Read / Write
	Keep Relay	%K000-	-	%K000-	-	Read / Write
	Special Relay	%S000-	-	%S000-	-	Read Only
	Timer	%T000-	-	%T000-	-	Read / Write
	Counter	%C000-	-	%C000-	-	Read / Write
	Data Register	-	-	%D000-	-	Read / Write

그림 8. PLC 제어용 레지스터
Fig. 8. Register for PLC control

2.3. 영상처리 시스템

신발 금형은 금속 가공 소재로 표면이 거칠어 카메라로 촬영 하였을 때 Hole의 영역을 찾아내기가 힘들다. 그리고 가공 상태와 카메라의 촬영 각도, 조명의 상태에 따라 정확한 원의 형태를 가지지 않을 수도 있기 때문에 원형의 모양을 미리 정하여 주고 이에 유사도가 비슷한 값을 검출한 다음 최적화된 카메라 각도 및 조명 상태로 이동하여 재촬영하는 방법을 이용하였다.

2.3.1 전처리를 통한 이미지 보정

본 연구에서는 카메라를 통해 얻어진 영상을 통해 금형의 Hole 중심 값을 계산하여 정확한 위치로 Servo를 이동하여 가스 벤트를 삽입·추출하는 방식을 이용한다. 따라서 영상 정보를 정확히 분석하고 이의 중심 값을 구하는 영상처리가 중요시 된다. 여기에서 사용한 영상처리 기법은 전처리를 거쳐 이치화 된 Data를 얻은 다음 이를 히스토그램 분석을 통해 유사도를 측정하여 유사도가 근사치 범위 이내에 있는 값만을 선택하여 이를 PLC로 전송하여 Servo를 제어하여 가스 벤트를 착탈하는 방식을 채택하였다.

본 연구에서는 명암도 보정을 위해서 히스토그램 연

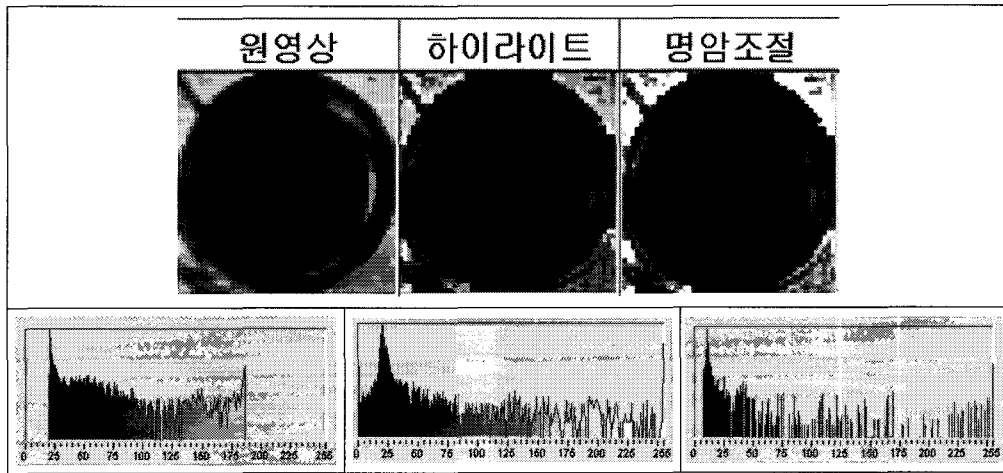


그림 9. 전처리를 통한 정규화 과정
Fig. 9. Normalization process through preprocessing

산에 기초한 스트레칭(stretching), 이퀄라이제이션(equalization) 방법을 적용하였다. 히스토그램 이퀄라이제이션을 통하여 획득한 원영상은 그 자체로는 영상의 외곽선의 식별이 모호하여 벤트를 삽입하는 원의 중심 값을 구하기가 어려우므로 영상 정보를 필터링과 마스크, 명암 조절 등을 통해 연구 목적에 맞도록 향상시킬 필요가 있다. 그림 9.는 원 영상을 전처리를 통해 정규화한 결과이다. 히스토그램을 비교해 보았을 때 배경과 Hole의 구별이 명확해진 것을 알 수 있다.

이퀄라이제이션과 영상정보 향상을 거쳐 Sample을 획득하는 과정이 끝나면 이치화(Threshold) 알고리즘을 통해 얻어진 영상 정보 내에서 Hole의 위치를 찾아낸다. 본 연구에서는 전처리와 영상 향상 과정을 거쳐 Sample Data를 얻어내고 이치화 작업을 통하여 전체 영상 화면에서 Hole의 영상을 분리하는 방법을 이용하였다. 이치화 알고리즘은 영상 입력 $f(x, y)$ 을 단일 값을 사용하여 영상 분할하여 출력 영상 $g(x, y)$ 을 다음과 같이 얻는다.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) \geq T \\ 2, & f(x, y) \leq T \end{cases}$$

여기서 T는 문턱값을 의미하여, 출력 영상 $g(x, y)$ 에서 픽셀의 값이 '1'인 부분은 영상에서의 Hole 값으로, $g(x, y)$ 가 '0'인 부분은 영상의 배경으로 구분될 수 있으며, 경

우에 따라서 '1'인 부분이 배경, '0'인 부분이 Hole로 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 명도 히스토그램(histogram)을 이용하여 두 이미지간의 차이를 계산하였다. 명도 히스토그램은 가장 널리 쓰이는 방법으로 한 이미지와 다른 이미지간의 명도(intensity) 히스토그램을 구한 후 그 차이를 계산하는 방법으로 단순 차 영상을 이용한 방법보다는 잡음에 강한 성질을 보이지만 값의 임계치를 이용한다는 알고리즘의 특성상 이 방법 또한 점진적으로 변화하는 이미지를 비교하는 것에 취약점을 보인다. 이러한 명도 히스토그램을 이용하여 Sample 영상과 입력 받은 영상의 유사도를 비교하여 유사도가 오차 이내인 값만을 얻어서 그 부분을 Hole로 인지하게 된다.[5][7]

2.3.2 패턴 매칭을 이용한 홀의 위치 탐색

실험에서 가스 벤트 교체 작업을 위한 홀의 위치와 홀의 개수 정보가 없기 때문에 그림 10.과 같이 Sample을 지정하고 전 금형 영역에 대해 패턴의 유사도가 비슷한 값을 찾아내어 이의 중심값을 계산하고 값을 저장한다. 이 작업을 통해 금형에 존재하는 홀의 개수와 대략적인 위치 값을 찾아 낼 수 있다.

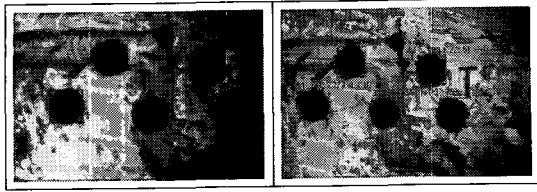


그림 10. Sample를 이용한 Hole의 탐색
Fig. 10. Hole search using reference Data

이때 Sample과 금형내에 존재하는 홀의 유사도는 그림 11.과 같이 히스토그램을 통해 일치하는 히스토그램의 양을 비교하여 유사도 값을 책정하고 일정 범위 내의 유사도 값만을 Hole로 인식하도록 하였다.

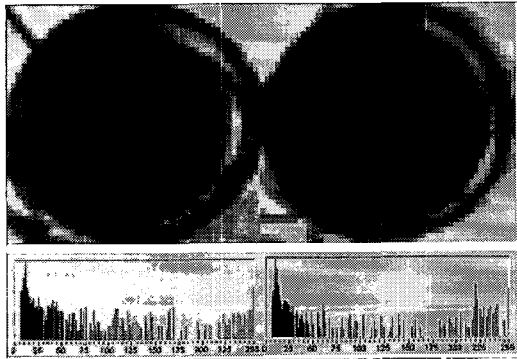


그림 11. Sample과 탐색점의 히스토그램 비교
Fig. 11. Histogram comparison of sample and detected image

2.3.3 Hole의 중심값 산출

이상과 같은 방법으로 금형에서 Sample과 유사한 값을 통해 Hole을 분리해 내었다. 얻어진 영상에서 가스 벤트가 삽입될 지점을 결정하기 위해서는 Hole의 중심 값을 추출해 내어야 한다. 본 연구에서는 직선 탐색법(line-scanning method)을 사용하여 이를 구하였다. 직선 탐색법은 그림 12.와 같이 현(chord)의 수직이등분선은 반드시 원의 중심을 지난다는 원의 원리를 이용하여 전처리된 입력 영상에서 윤곽선(edge)을 추출하여 각 점들 간의 상호 관계를 조사하는 방식이다. 직선 \overline{ab} 는 원 위의 임의의 두 점 a, b를 연결한 현을 나타내게 되고, 직선 \overline{EF} 는 현 \overline{ab} 를 수직이등분한 직선이 된다. 이때 직선 \overline{EF} 는 반드시 원의 중심 C를 지나게 된다. 즉, 윤곽선을 검출한 이진 영상에서 원의 중심을 찾기 위해서 x

방향과 y방향으로 한 라인씩 검사하여 검출된 자표 값으로써 원의 중심 좌표와 반지름의 길이를 계산하게 된다. [그림 4]는 x방향으로 검사하여 원 중심의 x좌표를 구하는 방법을 보여준다. 그러나 실제 영상에서는 조명에 의한 노이즈가 심하므로 각 라인에서 구한 중심 좌표들의 평균값을 취하여 그 정확도를 향상시켰다.

$$X_{center} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(P_x)_{li} + (P_x)_{ri}}{2} \right] / n$$

$$X_{center} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(P_x)_{li} + (P_x)_{ri}}{2} \right] / n$$

$$Y_{center} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(P_y)_{ui} + (P_y)_{di}}{2} \right] / n$$

$$Y_{center} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(P_y)_{ui} + (P_y)_{di}}{2} \right] / n$$

위의 식은 직선 탐색법에 의한 외경과 내경의 중심 좌표를 구하는 계산식이다. 위 식에서 구한 각각의 중심 좌표로 편심 량 δ_x, δ_y 와 반지름 R_{x0}, R_{y0}, R_x, R_y 을 구하는 식은 다음과 같다.[6]

$$\delta_x = |X_{center} - x_{center}| \quad \delta_y = |Y_{center} - y_{center}|$$

$$R_{x0} = \max \{ (X_c - (P_x)_{lon}), ((P_x)_{ron} - X_c) \}$$

$$R_{y0} = \max \{ (Y_c - (P_y)_{uon}), ((P_y)_{don} - Y_c) \}$$

$$R_{ix} = \max \{ (x_c - (P_x)_{lin}), ((P_x)_{rin} - x_c) \}$$

$$R_{iy} = \max \{ (y_c - (P_y)_{uin}), ((P_y)_{din} - y_c) \}$$

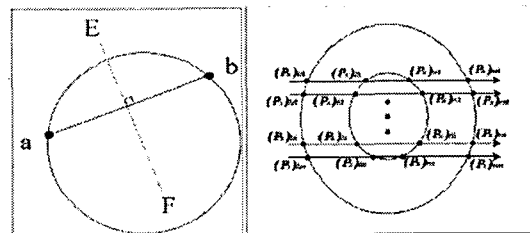


그림 12. 직선 탐색법에 의한 원의 중심점 좌표 산출
Fig. 12. Calculation of circle Center coordinate using line detection algorithm

2.4. 실험 및 검토

앞서 전개한 영상처리 알고리즘을 이용하여 금형에 직접 적용하여 실험한 방법은 다음과 같다. 먼저 금형을 6등분하여 부분적인 금형을 촬영하여 금형내에 존재하는 Hole의 대략적인 위치를 구한다음 Hole의 대략적인 위치로 카메라를 이동시켜 Hole을 재촬영하여 오차를 수정한다. 오차를 수정하는 과정을 몇차례 반복하여 정확한 Hole의 중심값을 얻게되면 탈착장치의 Header가 이동하여 가스 벤트를 삽입·추출하는 작업이 이루어진다. 이때 Hole의 위치를 인식하는 방법은 그림 13.과 같이 미리 얻어진 Hole의 Sample과 유사도가 일정한 범위 내의 값을 실험을 통하여 얻고 이와 비교하여 일정한 유사도 범위내의 값은 Hole로 인식하게 된다.

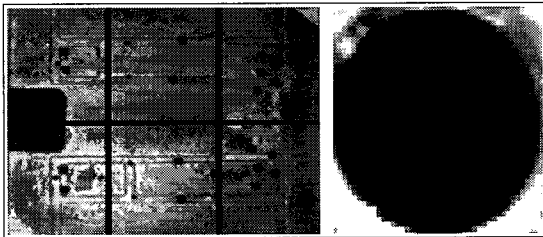


그림 13. Sample을 통한 전체 Hole의 위치 탐색
Fig. 13. Hole position detection using reference data

2.4.1. 가스 벤트 추출공정

가스 벤트 교체작업이 이루어지기 위해서 먼저 금형에 부착되어 있는 가스 벤트를 추출하는 작업이 이루어진다. 이과정은 금형을 금형 지지대에 부착하고 교체기기 내부로 이동시킨 다음 대략적인 Hole의 위치를 촬영한다. 이렇게 얻어진 좌표를 이용하여 하나하나의 Hole의 위치로 재차 이동하여 정확한 중심값을 찾아낼 때까지 반복하여 촬영한다.(그림 14) 이과정을 거쳐 중심값이 구해지면 추출부의 Header가 Hole의 중심으로 이동

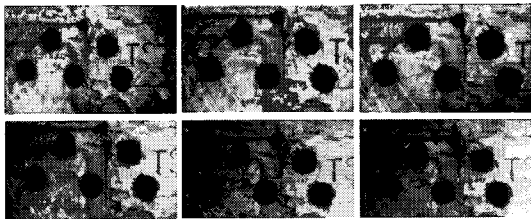


그림 14. 전체적인 Hole의 위치와 각 홀의 중심값
Fig. 14. Center coordinates of detected Holes

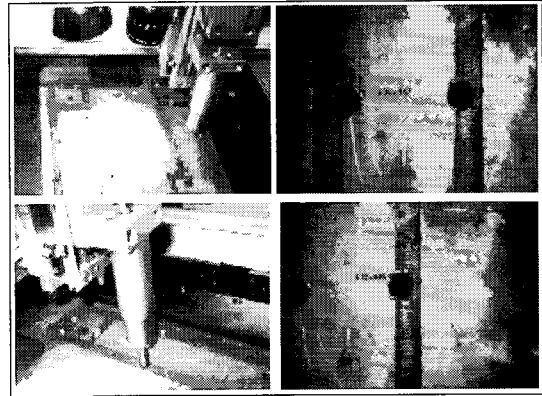


그림 15. 가스 벤트 추출 공정
Fig. 15. Rejection Process of gas Vent

하여 가스 벤트를 추출하는 작업을 수행한다. 이를 나타낸 그림은 그림 15.와 같다.

2.4.2. 가스 벤트 삽입공정

가스 벤트 추출 공정이 끝난 후 금형은 지지대에 부착되어 90° 역방향 회전하게 된다. 다음 직각으로 세워져 있던 금형은 평행 상태로 놓여 가스 벤트를 삽입할 부분을 위로 하여 탈착기기 내부로 이송된다. 그림 16.은 이와 같은 과정을 보여준다.

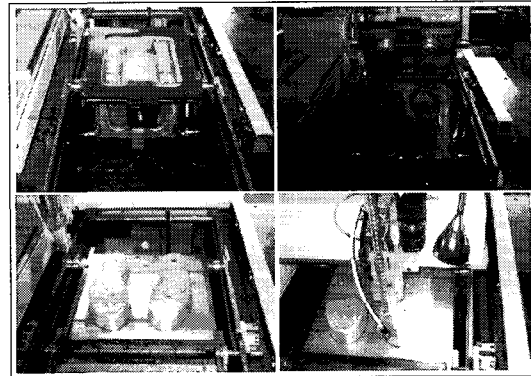


그림 16. 추출 공정이 끝난 후 금형 이송
Fig. 16. A Mold moving after vent rejection

삽입부가 위로 향하게 놓여진 금형이 기기 내부로 이송되어 지면 추출 작업과 유사한 형태의 작업이 이루어진다. 우선 삽입 면의 금형을 전체적으로 촬영하여 대략적인 Hole의 위치를 파악한다. 이때 보이는 Hole의 모습

은 추출 공정과 다른 것으로 Sample도 삽입 부분에 맞는 것을 사용하게 된다. 전체적인 Hole의 위치가 파악되면 카메라는 첫 번째 Hole로 이동하여 Hole의 위치를 재촬영하고, 중심값을 측정하게 된다. Sample Hole과 비교하여 중심값을 찾는 과정을 끝내게 되면 가스 벤트 삽입 헤더가 중심점으로 이동하여 삽입 작업을 수행한다.

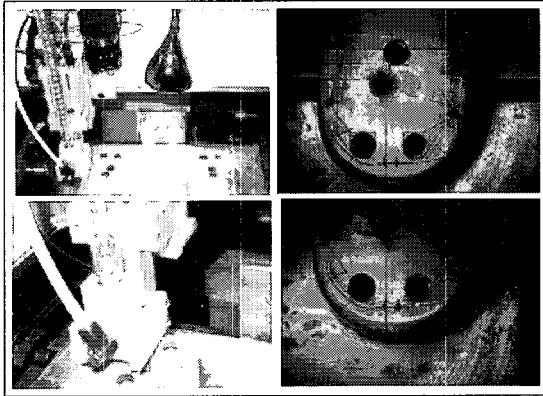


그림 17. 가스 벤트 삽입 과정
Fig. 17. A Gas vent injection process

이와같은 영상처리 알고리즘을 통해 Hole의 중심 좌표를 구하고 그림 18.과 같이 구성된 영상장비를 통하여 직접 실험 해 본 결과 정확한 위치에 가스 벤트 교체 작업을 수행하는 것을 확인할 수 있었다.

그림 19.는 수작업과 자동 교체를 사용하였을 경우의 작업시간을 비교하여 나타내었다. 이를 통해 자동 교체기 사용 시 보다 좋은 성과가 나타남을 알 수 있다.

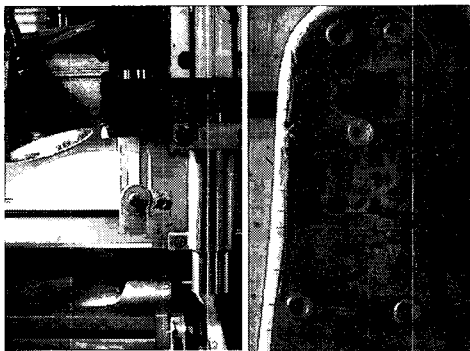


그림 18. 실험 결과 화면
Fig. 18. Experiment Results

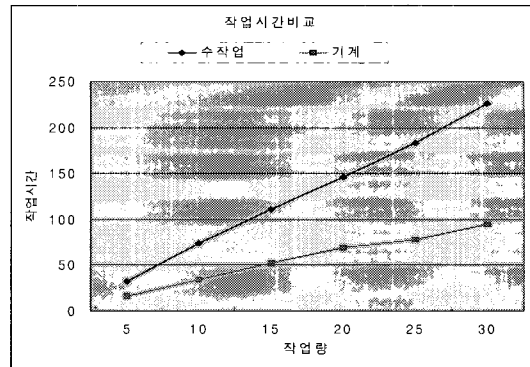


그림 19. 가스 벤트 삽입 시간 비교
Fig. 19. Comparison of Gas vent injection time

III. 결 론

본 연구에서는 패턴매칭 기법과 원의 중심점 좌표 산출 방법을 이용하여 금형의 영상정보를 분석하고 이를 바탕으로 정확한 Hole의 중심값을 산출하는 과정을 보였다. 그리고 영상처리 시스템을 가스 벤트 자동 교체 시스템에 적용하여 가스 벤트를 교체하는 과정에서 발생할 수 있는 금형의 손상 및 가스 벤트의 파손을 최소화하여 재료비 절감 및 가스 벤트의 효율성을 제고하는 효과를 창출하였으며, 시스템의 정확도를 높이고 작업 효율을 배가 시키는 결과를 나타내게 되었다. 본 연구에서 제시된 시스템이 향후 통합 모듈로써 개발되어 신발 업계에 활용된다면 생산성 향상 및 품질개선, 비용절감 그리고 인력 낭비를 막을 수 있는 유용한 방안이라 사료된다.

참고문헌

- [1] 대한금속학회, "분말야금기술", p103-109
- [2] Terry T.Wohlens, "Worldwide developments & trends in rapid prototyping & tooling", ICRPM'98, pp.1-6, 1998
- [3] N. Nicholas and K.Ray, Mod, Dev, "Powder Metall", 5 187
- [4] 정성일, "통기성세라믹형을 이용한 알루미늄 정밀 주조 제품의 쾌속 제작 구현", 부산대학교 공학석사 학위논문, 2000.

- [5] 강동중, 하중은 “Visual C++을 이용한 디지털 영상처리”, 사이텍미디어, 2003.
- [6] 박찬호, “컴퓨터 비전을 이용한 파이프 검사시스템에 대한 연구”, 울산대학교 공학석사학위논문, 2003.
- [7] 최형일 외 2명, “영상처리 이론과 실제”, 홍릉과학출판사, 1997

저자소개



권 장 우(Jang-woo Kwon)

1990년 인하대학교 전자공학과 학사
 1992년 인하대학교 전자공학과 석사
 1996년 인하대학교 전자공학과 박사
 1996년~1998년 특허청 심사관

2004년~현재 동명대학교 컴퓨터공학과 부교수
 ※관심분야: 지능형시스템, 뉴럴네트워크, 신호처리



홍 준 의(Jun-eui Hong)

2007년 동명정보대학교 컴퓨터공학과 석사
 2007년~현재 동명정보대학교 컴퓨터공학과 박사재학 중

※관심분야: RFID, Embedded System



윤 동 업(Dong-Eop Yoon)

2000년 부경대학원 전기공학과 석사
 2007년 부경대학원 전기공학과 박사

1999년~2001년 기장메디칼(주) 전자사업부 팀장
 2003년~2005년 (주) 뉴백 산업설비 기술이사
 ※관심분야: 의료기기개발, 산업기기개발



길 경 석(Gyung-Suk Kil)

1987년 인하대학교 전기공학과 석사
 1996년 인하대학교 전기공학과 박사

1996년~ 현재 한국해양대학교 전기전자공학부 교수
 ※관심분야: 전력설비, 산업설비 등



이 동 훈(Dong-Hoon Lee)

1987년 인하대학교 전자공학과 학사
 1993년 인하대학교 전자공학과 석사
 2001년 인하대학교 전자공학과 박사

1988년~2006년 원자력의학원 책임연구원
 2006년~ 현재 동명대학교 의용공학과 조교수
 ※관심분야: 바이오메디칼시스템, 의용방사선기기



노 태 정(Tae-Jug Lho)

1986년 KAIST 생산공학과 석사
 2003년 KAIST 정밀기계공학과 박사

1986년~1988년 삼성중공업 기전 연구소장
 1999년~ 현재 동명대학교 메카트로닉스 부교수
 ※관심분야: 메카트로닉스, 로보틱스