한국공작기계학회 2004 추계학술대회 논문집 pp.340~344

마이크로 스테퍼를 활용한 역설계 시스템의 성능 평가

한민식*, 이지용+, 김수용+, 김태호+, 전언찬++

The performance evaluation of reverse engineering system using micro stepper

Han Min Sik*, Lee Ji Yong+, Kim Soo Yong+, Kim Tea Ho+, Jeon Eon Chan++

Abstract

This paper is the perfomance evaluation of reverse engineering system using simple mechanism. The existing equipment didn't use in the field popularly as it is too expensive. So we constructed the reverse engineering system of simple mechanism using the laser sensor, LM guide, micro step driver and control program. And we caught the Characteristics to measure some product. Finally we confirmed the precision to compare measured data and CAD date.

Key Words : 마이크로 스텝(Micro Step), 역설계(Reverse Engineering)

1. 서 론

최근의 제품 디자인은 직선형보다는 곡선형이 주를 이루고 있다. 과거에는 제품 디자인이 소비자가 제품을 구매하는데 있어 주요한 요인이 되지 않았으나 최근에는 제품의 디자인에 따라 판매량의 차이가 크게 나타난다.

그러나 이러한 화려한 제품의 경우 제품의 설계에서 제작에 이르기까지 많은 문제를 발생시키고 있다. 제품을 설계하는데 있어 수학적으로 규명하기 힘든 곡면의 경우 목형을 먼저 제작한 후 설계 데이터를 생성하는 방법을 택하고 있다. 또한 제품의 제작 및 수정에 있어서도 화려한 곡면은 많은 문제점을 가지고 있다. 이러한 경우 앞서 언급한 것과 같은 역설계 과정을 거쳐 설계 및 가공 데이터를 획득하게 된다. 이렇듯이 제품의 설계에서 목형 제작품의 확인이나 완성품의 확인 및 수정에 이르기 까지 산업 전반적으로 역설계의 활용도가 높아지고 있다.[1~3]

이러한 영향으로 최근 추세인 다품종 소량생산에 적합한 생산방식을 취할 수 있게 되었고, 제품의 수명이 짧아지는 것만큼 제품 개발 기간을 효과적으로 줄일 수 있게 되었다.

그러나 상용화되어 사용되고 있는 역설계 시스템은 대부분 고가로서 일반적으로 활용하기 위해서는 한계를 보이고 있다. 간단한 제품을 측정하기 위해 고가의 시스템을 구입하는 것은 경제적 낭비를 초래할 수 있다. 따라서 간단한 기구를 조합하여 역설계 시스템을 구현할 수 있다면 일반 생산 현장 및 연구 기관에서 효율적으로 활용할 수 있으리라 생각된다.

현재 상용화된 역설계 시스템으로는 광촉침식, 슬립빔을 이용한 방법, 모아레 방식을 활용한 장비등을 들수가 있다. 이들 중 광촉침식 장비는 측정시간이 많이 걸리는 단점을 가지고 있으나, 정밀도는 비교적 높은 장점을 지니고 있다.[4)]

* 주저자, 동아대학교 기계공학과 (sibocho@nate.com)
주소: 604-714 부산시 사하구 하단2동 840번지
\+ 동아대 대학원
++ 동아대 기계공학과

따라서 본 연구에서는 레이저 센서, 스테핑 모터, LM 가이드, 마이크로 스테퍼 드라이버 및 프로그램을 활용하여 역 설계 시스템을 구축하여 보았다. 그리고 몇가지 제품을 측정하여 정밀도를 평가하여 활용 방안을 제시하고자 하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험 장치

2.1.1 레이저 센서(Laser Sensor)

본 연구에 사용된 레이저 센서는 M3 Laser 시리즈인 M3L-200이다. 이 센서의 측정 영역은 60 ~ 260mm 사이로서 200mm 이다. 레이저 센서의 원리를 살펴보게 되면 Fig. 1에 나타낸 것처럼 레이저 다이오드(Laser Diode)에서 발진된 레이저가 물체에 반사되어 CCD 카메라로 인식을 하여 거리를 측정하게 되는 것이다. 레이저 센서에서는 기본적으로 암페어(mA)로 결과값을 출력하게 된다. 이를 컨버터(Converter)를 이용하여 볼트(V)값으로 변환한다. 그리고 마지막으로 제어 프로그램에서 이 결과값을 거리로 환산하여 출력하게 된다.

M3L-200의 주요 구성은 Fig. 1과 같고 주요 사양을 Table 1에 나타내었다.

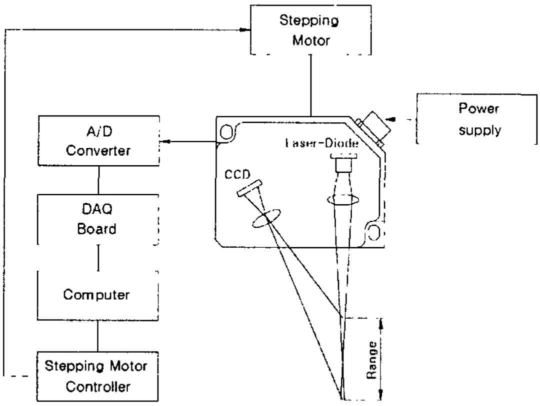

Fig. 1 The important composition of M3L-200

Table 1. The specified data of M3L-200

Measuring principle	laser optical triangulation	
Measuring range	200 mm(7.9")	
Start of measuring range	20 mm(2.4")	
Reference distance MMR	160 mm(6.3")	
End of measuring range	260 mm(10")	
Linearity	± 0.4 %	
Resolution	static	40 ㎛
	dyn. at 1 kHz	200 ㎛
Spot Diameter	SMR	2100 ㎛
	midrange	2100 ㎛
	EMR	2100 ㎛

2.2 실험방법

본 실험에서 측정한 제품(Fig. 3 ①)은 자동차 번호판을 부착하는 부위인 베이스 트렁크 몰딩부이다. Fig. 2에서 본 실험에서 측정한 제품을 나타내었다.

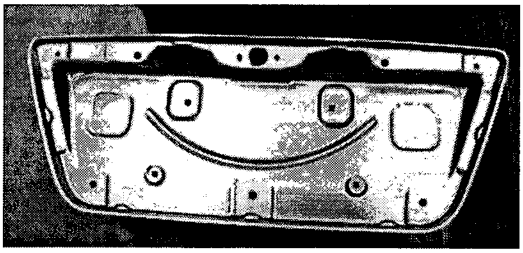

Fig. 2 The shape of product

측정장치의 기본 구성요소는 LM 가이드(②)와 레이저 센서(③)가 있다. 그리고 그 밖에 A/D 컨버터(Converter), 모션 컨트롤러(Motion Controller)등이 있다.

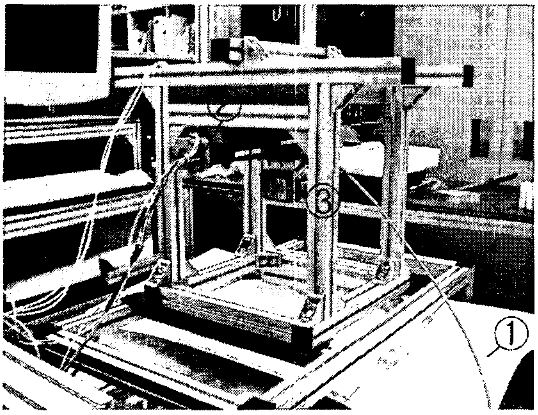

Fig. 3 Equipment setting

먼저 제어 프로그램을 실행시킨 후 측정의 범위 및 이송거리 등을 입력해준다. X,Y축의 이송은 마이크로 스테퍼 기능을 이용하여 모션 컨트롤러를 통한 스텝 모터(step motor)의 제어로 구현할 수 있다. 레이저 센서에서는 거리에 따라 4~20 mA의 값으로 결과값을 출력한다. 이를 A/D 컨버터를 통하여 0~10 V값으로 변환하고 마지막으로 제어 프로그램에서 X,Y,Z의 좌표값으로 출력하게 된다.

이 결과값을 역설계 프로그램을 이용하여 데이터를 정리하고 서피스(Surface)화하여 면을 생성하였다. 그리고 각각의 특정점을 활용하여 생성된 면을 병합(merging)하여 전체 형상을 만들었다.

이 완성된 3차원 데이터를 CAD 데이터와의 검사를 통해 일치도를 구하고 오차부의 원인을 분석하였다.

Fig. 4은 본 연구의 실험 방법을 나타내고 있다.

그리고 CCD를 이용한 레이저 센서의 측정 원리에 의하여 그림자 현상이 발생할 수도 있기 때문에 이 현상이 발생하지 않도록 측정 방향을 설정하는 것도 중요한 사항이다. 여기서 그림자 현상이란 레이저 다이오드에서 발진된 레이저가 홀(Hole) 또는 모서리부에 막혀 CCD 카메라로 입력이 되지 않는 현상을 말한다. 레이저 센서의 그림자 현상에 대한 것은 Fig. 5에 나타내었다.

3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 6은 500원 동전의 앞면을 측정한 것이다. 동전의 전체 윤곽 및 500이라는 숫자가 선명하게 나타나고 있다. 다른 측정 장비로 측정한 결과에 비해 만족할 만한 형상을 보여주고 있다. 그러나 상하 부분에 나타난 찌그러짐 현상은 측정 방향에 따른 그림자 현상에 의한 것으로 판단되어진다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 측정방향을 변화하여 측정된 물체를 병합(Merging)하는 방법이 있다. 측정 방향을 고려하여 측정한 렉기어를 Fig. 7에 나타내었다.

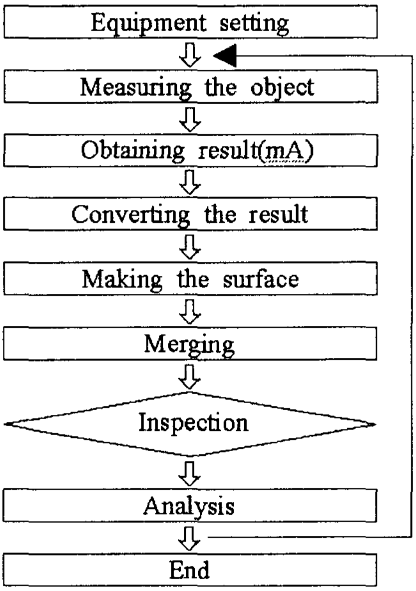

Fig. 4 Flow-chart for the experiment

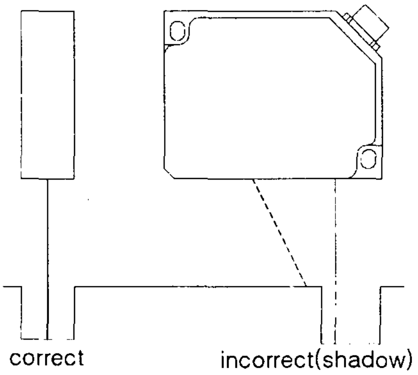

Fig. 5 Sensor arrangement for holes and ridges

이러한 결과를 종합하여 본 실험에서는 실제 자동차에 사용되고 있는 베이스 트렁크 몰딩부를 측정하였다.

Fig. 8은 제어프로그램에서 변환된 3차원 데이터를 보여주고 있다. ①은 측정된 순서를 나타내고 있으며, ②, ③, ④는 각각 x, y, z의 3차원 좌표를 나타내고 있다.

이렇게 구해진 3차원 결과값을 역설계 프로그램에서 불러들여 3차원 점 데이터에 의한 형상을 구현하게 된다. 이 데이터를 필터링(Filtering) 과정등을 거쳐 3차원 서피스 모델을 생성하게 된다.

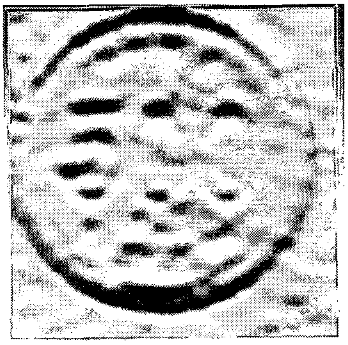

Fig. 6 The measured product of coin

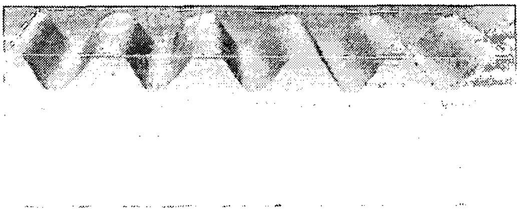

Fig. 7 The measured product of rack gear

역설계 프로그램을 이용하여 CAD 데이터와 측정 데이터를 비교하기 위해서는 두 데이터를 정합하는 과정이 필요하다. Fig. 9은 CAD 데이터와 측정 데이터를 정합하기 전 정렬된 상태를 나타내고 있다.

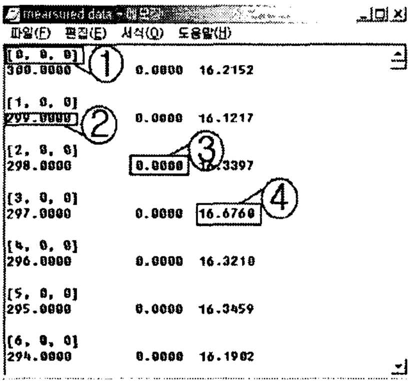

Fig. 8 The measured date

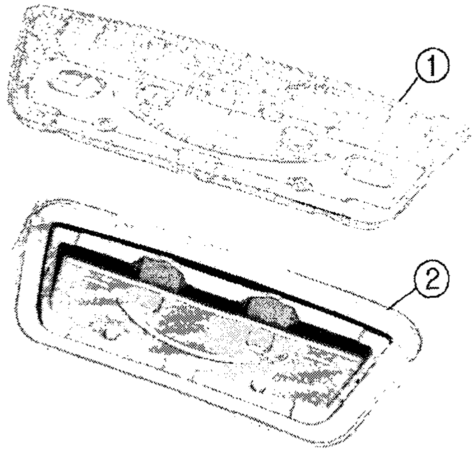

Fig. 9 CAD(①) and measured(②) data before inspection

Fig. 10은 본 실험의 결과를 나타내고 있다. 전체의 형상을 비교한 결과 산포도의 밀집도인 정규 분포가 약 98%로 비교적 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 평판 부위에서는 거의 오차가 없음을 확인할 수 있었으나, 굽힘 가공이 이루어진 곡면 부위 등에서 오차가 발생하였다. Fig. 10의 확대 사진을 살펴보면 반경이 작고 비교적 깊게 가공된 부위에서 색의 변화가 많음을 알 수가 있다. 이는 다른 부위에 비해 오차가 많이 나타남을 의미한다. 이것의 원인을 살펴보면 프레스 가공시 나타날 수 있는 스프링 백의 영향으로 볼 수도 있으나, 앞서 설명한 레이저 센서의 그림자 현상에 기인한 오차로 보인다. 확대 사진에서도 확인할 수 있듯이 비교적 높이차가 많지 않은 형상의 경우는 색깔 변화가 거의 없고 굽힘 가공이 된 모서리 부에서 집중적으로 오차가 발생함을 확인할 수가 있다.

그리고 또 하나의 원인은 곡면 부위의 난반사이다. 광학식 측정 장비의 문제점으로 완전히 해결되지 않고 있는 오차중 하나가 난반사에 의한 것이다. 난반사는 레이저 광이 둥근 표면에 닿아 반사될 때 일어날 수 있는 것이다.

이러한 문제점은 비접촉식 측정 장치에서 공통적으로 나타나는 문제점으로서 향후 개선되어야할 것 중 하나이다.

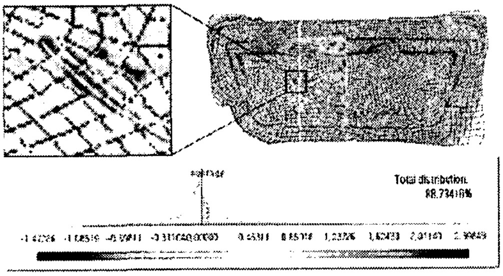

Fig. 10 Comparision of data between CAD and measurement

이러한 결과를 보았을 때 본 실험에 사용된 측정 장비는 깊은 홀 또는 급격한 단이 있는 물체에는 적당하지 않다고 판단되며 향후 실험 및 연구를 통하여 정밀도를 높이고자 한다. 그러나 간단한 구조의 측정물의 경우 고가의 측정 장비를 대체하여 사용할 수 있는 방법이 될 수 있다.

4. 향후 과제

향후 지속적인 실험을 통하여 다음과 같은 문제점을 보완하고자 한다.

1) 레이저 센서를 보완하여 측정 정밀도를 높이고자 한다.

2) 기존의 역설계 시스템과의 비교를 통해 측정 정밀도를 확인하고자 한다.

3) 측정시 과다한 시간이 걸리는 문제점을 해결하고자 한다.

5. 결론

본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 기존의 역설계 시스템이 고가인데 반해 간단한 기구부를 이용하여 역설계 시스템을 구성하였다.

2) 여러 물체를 측정하여 특성을 파악하였다. 측정 데이터와 CAD 데이터의 비교 결과 정규 분포가 약 98% 이상으로 높게 나타났다.

3) 깊은 홀 또는 급격한 단을 가지는 물체의 경우 그림자 현상으로 인한 오차를 보였지만 단순한 모양의 측정물의 경우 높은 정밀도를 나타내었다.

참 고 문 헌

1. H. Z. Lee, T. J. Ko, H. S. Kim, 1999, "Rational B-spline Approximation of Point Data For Reverse Engineering", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 16, No. 5, pp. 160-168.

2. H. J. Woo, K. H. Lee, 1999, "Rapid Prototyping from Reverse Engineered Geometric Data", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 16, No. 1, pp. 95-107.

3. Y. Choi, J. P. Park, 1999, "Reverse Enginnering System Based on 3D Digitizer", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 16, No. 4, pp. 102-109.

4. Y. C. Park, K. M. Jeong, S. J. Jang, K. K. Park, 2001, "A Study on the Grating Projection method using Polygon Mirror", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 18, No. 6, pp. 159-165.