

마이크로 스텝퍼를 활용한 역설계 시스템 구축

김수용*(동아대학교 대학원), 김민주(동아대학교), 이승수(동아대학교),
김순경(동의공업대학 자동차과), 전언찬(동아대학교 기계공학과)

The Construction of Reverse Engineering System Applying Micro Stepper

S. T. Kim(Mech. Eng. Dept., DAU), M. J. Kim(Mech. Eng. Dept., DAU),
S. S. Lee(Mech. Eng. Dept., DAU), S. K. Kim(DIT), E. C. Jeon(DAU)

ABSTRACT

This paper is to develop of 3D reverse engineering equipment. The existing equipment didn't use in the field popularly as it is too expensive. So in this study, we build the reverse engineering system of simple construction using a LM guide and a laser sensor. Therefore we measured product using this equipment, this result compared with the CAD date.

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

1. 서론

소품종 대량생산 체계에서 다품종 소량생산 체계로 바뀌어가면서 제품의 수명 또한 짧아지고 있다. 그로인해 제품의 개발 기간을 효과적으로 줄이기 위한 방안이 여러 가지로 제시되고 있다. 현재 주를 이루고 있는 제품을 살펴보게 되면 다양한 곡선을 포함한 화려한 모양으로 소비자의 눈을 현혹하고 있다. 이러한 화려한 곡선에 의한 디자인이 주를 이루면서 제품의 개발과정의 설계에 많은 어려움을 겪고 있다. 수학적으로 규명하기 힘든 곡면의 경우에서 설계자체가 힘들뿐만 아니라 CAD 데이터의 획득에 다른 가공 데이터를 얻기도 힘들다. 또한 제품의 수정에 있어 복잡한 설계 및 가공 데이터를 수정함에 있어 복잡한 과정 및 과도한 시간이 소요되게 된다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 제품의 설계에서 목형 제작품의 확인이나 완성품의 확인 및 수정에 이르기까지 산업 전반적으로 역설계의 활용도가 높아지고 있다.¹⁾³⁾

그러나 역설계 시스템을 구축하기 위한 장비들은 대부분 고가로서 일반적으로 활용하는데는 한계가

있다. 역설계 시스템은 광축침식, 슬립빔을 이용한 장비, 모아레 방식을 활용한 장비등 다양한 방법이 이용되고 있다. 이들 중 광축침식 장비는 각각의 점데이터를 가지고 형상을 구현해내는 방식으로 데이터를 획득하는데 있어 많은 시간이 소요된다는 단점을 가지고 있지만 정밀도가 비교적 높은 것으로 알려져 있다.⁴⁾

따라서 본 연구를 통해 광축침 방식의 역설계 장비를 비교적 간단한 구조로 제작해 보았다. LM 가이드, 스텝핑 모터, 모터 드라이버 및 제어 프로그램을 이용하여 3차원 역설계 시스템을 구성하였다.

마이크로 스텝 기술을 이용하여 LM 가이드의 이송량을 미세하게 나누어 측정 정밀도를 높이고자 하였다. 그리고 이 장비를 이용하여 일상생활에서 자주 활용되는 제품을 측정하고 CAD 데이터와 비교를 통해 정밀도를 확인하고자 한다.

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 200mm로서 60~260 mm 사이이다. 이 레이저 센서를 이용한 측정은 레이저 다이오드(Laser Diode)에서 발진된 레이저를 물체에 반사시켜 CCD 카메라로 인식하게 된다. 이 결과값은 센서 자체적으로 거리에 따라 암페어(mA)로 출력하게 되고 이를 제어 프로그램을 이용하여 필요한 파일로 변환하여 결과값을 확인한다.

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 μm
	dyn. at 1 kHz	200 μm
Spot Diameter	SMR	2100 μm
	midrange	2100 μm
	EMR	2100 μm

2.2 실험방법

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

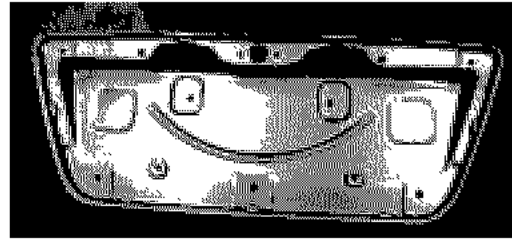


Fig. 2 The shape of product

측정장치의 기본 구성요소는 LM 가이드(㉔)와 레이저 센서(㉓)가 있다. 그리고 그 밖에 A/D 컨버터(Converter), 모션 컨트롤러(Motion Controller)등이 있다.

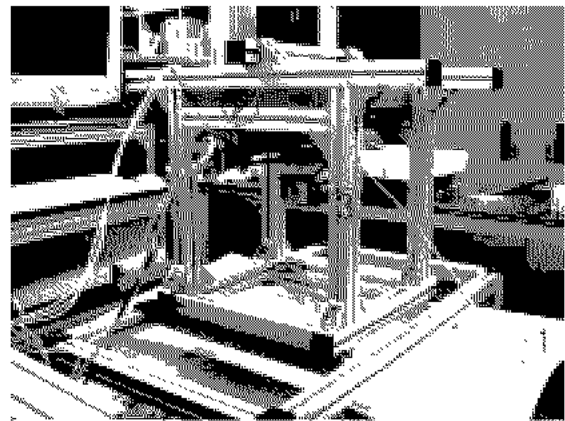


Fig. 3 Equipment setting

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 특징점을 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.

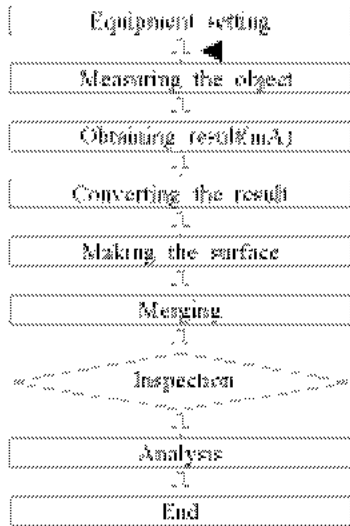


Fig. 4 Flow-chart for the experiment

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.

Fig. 5 Sensor arrangement for holes and ridges

3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 6은 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.

역설계 프로그램을 이용하여 CAD 데이터와 측정

데이터를 비교하기 위해서는 두 데이터를 정합하는 과정이 필요하다. Fig. 7은 CAD 데이터와 측정 데이터를 정합하기 전 정렬된 상태를 나타내고 있다.

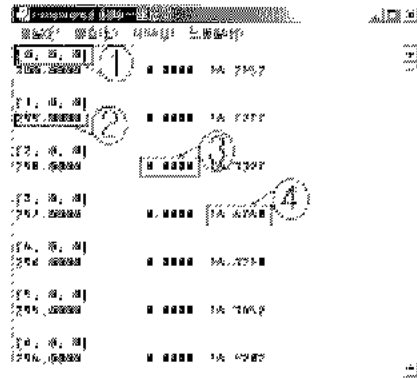


Fig. 6 The measured data

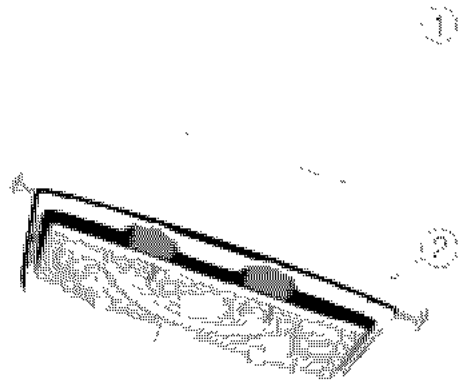


Fig. 7 CAD() data before inspection

Fig. 8은 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. 7의 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 가공

이 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 개선되어야 할 것 중 하나이다.

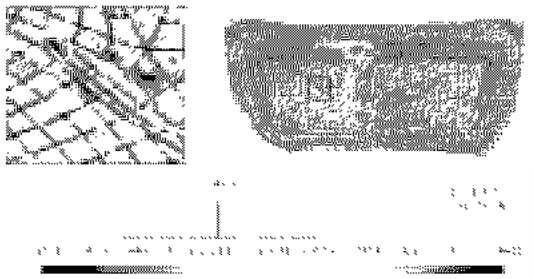


Fig. 8 Comparison of data between CAD and measurement

이러한 결과를 보았을 때 본 실험에 사용된 측정 장비는 깊은 홈 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) 정밀도가 더 높은 레이저 센서를 이용하여 측정 정밀도를 높이고자 한다.
- 2) 고가의 장비와의 측정 데이터의 비교를 통한 본 장비의 정밀도를 확인하고자 한다.
- 3) 과도한 시간이 걸리는 문제점을 해결하여 빠른 시간에 정확한 측정을 하고자 한다.

5. 결론

본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 레이저 센서 등을 이용한 간단한 구조의 역설계 시스템을 개발하였다.
- 2) 측정 데이터와 설계 데이터의 비교를 통한 검사 결과 전체 정규분포가 약 98%로 비교적 높게 나타났다. 오차부의 분석 결과 레이저 센서의 그림자

현상과 측정부의 난반사에 의한 것으로 판단된다.

- 3) 간단한 측정물의 경우 고가의 측정 장비를 대체할 장비를 소개하였다.

참고문헌

1. H. Z. Lee, T. J. Ko, H. S. Kim, "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, 1999.
2. H. J. Woo, K. H. Lee, "Rapid Prototyping from Reverse Engineered Geometric Data", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 16, No. 1, pp. 95-107, 1999
3. Y. Choi, J. P. Park, "Reverse Engineering System Based on 3D Digitizer", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 16, No. 4, pp. 102-109, 1999.
4. Y. C. Park, K. M. Jeong, S. J. Jang, K. K. Park, "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, 2001.