

촬영 매개변수에 의한 3차원 형상스캔에 관한 연구

이승수*, 김세민, 김민주(동아대 대학원 기계공학과), 박정보(삼척대 기계공학과),
전연찬(동아대 기계·산업시스템공학부)

A Study on Three-dimensional Configuration Scan by Photographing Parameter

S. S. Lee*, S. M. Kim, M. J. Kim(Mech. Eng. Dept., DAU), J. B. Park(Mech. Eng. Dept., SCU),
E. C. Jeon(Mech. Eng. Dept., DAU)

ABSTRACT

This study is on the precision of the optical scanner which is suitable for shape modeling and non-contact equipment, comparing with a razer scanner. The optical scanner not only has all merits that non-contact methods have but also improve a veil phenomenon which is a razer scanner's demerits. However, the optical scanner has not been used extensively because the measurements are not very precise and there are not the definite methods of measurement. Hence, this study is to find out how parameters such as camera's height, angle, luminous intensity, distance to object, and so on have an influence on measuring using the optical scanner and to establish the methods of measuring precision.

Key Words: RE(Reverse engineering), Chroma-keying, Geometry

1. 서론

현대사회는 소비자의 기호와 기업 이윤이 접목되어 상품의 라이프사이클이 점점 짧아지고 있다. 이와 같은 추세는 CAD(Computer aided design), CAM(Computer aided manufacturing), 그리고 CAI(Computer aided inspection)부분의 급속한 발전과 더불어 역설계(Reverse engineering)분야의 발전이 뒷받침하고 있기 때문에 가능한 상황이며, 이와 같이 각 분야의 급속한 성장은 향후에도 지속적으로 이루어질 것이다.^{1,2,3)}

형상역공학에 의해 만들어진 디지털 모델은 CAD/CAM 시스템에서 활용 가능한 표준포맷인 IGES 또는 STEP로 출력되거나 급속성형(Rapid prototyping)을 위한 STL파일 생성에 이용되기도 한다.^{4,5,6)} 그리고 머시닝 센터에서의 가공을 위한 NC-code 생성에도 이용된다. 이러한 형상역공학이 최근 제조업 분야에서 각광받는 이유는 소비자들의 요구수준이 다양화함으로써 다품종 소량생산이 주를 이루고, 유행주기의 단축으로 인해 제품의 개발에서

제조까지의 전 공정에 걸리는 시간을 단축할 필요성이 대두되기 때문이다.

형상역공학에 사용되는 모델링 데이터 구축을 위한 측정에는 접촉식 방법과 비접촉식 방법이 있는데 둘 다 장단점을 가지고 있다. 접촉식의 경우는 정밀한 데이터를 얻기에는 용이하나 작업시간이 상당히 소요된다는 단점 때문에 OMM(On machine measurement)과 같이 임의의 물체를 신속하게 측정하거나 최근 유행하는 자동차 보닛과 같은 넓은 면적의 곡면 스캔에는 부적당하다. 그리고 비접촉식의 대표적 장비인 레이저는 3차원 형상을 얻는데 소요되는 시간이 짧고, 무른 재질이라든지 넓은 면적의 곡면을 스캔할 수 있다는 장점이 있지만 투과성이 있는 파트나 가림현상(Self-occlusion)이 발생하는 단점이 있다.⁷⁾

또 다른 비접촉식 장비인 광학식 스캐너는 레이저 스캐너에 비해 저가이고 형상모델링에 적합하다. 그리고 레이저 스캐너의 단점인 가림현상을 효과적으로 개선할 뿐만아니라 비접촉식이 가지는 장점들을 모두 가지고 있다. 하지만 정밀도가 낮고 명확한

측정방법이 정립되어 있지 않기 때문에 그 동안 정밀도를 요하는 측정에는 사용되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 광학식 스캐너를 이용한 측정에 매개변수인 카메라의 높이, 조도, 그리고 물체와의 거리 및 카메라의 각도 등이 어떠한 영향을 미치는지를 밝혀내어 정밀도를 개선하는 측정방법을 정립하고자 한다.

2. 광학식 스캐너를 이용한 형상데이터 추출

본 연구에 사용된 실험장비인 광학식 스캐너는 독일의 Dimension-3D System사에서 개발한 3D 스캔 스테이션(Scanstation)이며, Fig. 1에 실험장비를 캘리브레이션하는 장면을 나타내었다.



Fig. 1 Photograph of calibration using 3D scanstation

실험장비로 사용된 스캔스테이션을 이용한 작업 순서를 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 눈금을 인식하여 격자간 간격으로 Calibration하는 과정을 거친다. 그리고 각도별 2D 사진 촬영을 통해 스캔 하고자 하는 물체의 형상을 컴퓨터로 전송한다. 이후 작업은 크로마킹(Chroma keying)과 지오메트리(Geometry)를 통해 2차원 모델을 3차원적으로 결합한다. 그리고 완성된 모델에 촬영된 이미지 및 색상을 입히는 매핑(Mapping)작업을 통해 완벽한 3D 형상을 생성할 수 있다.

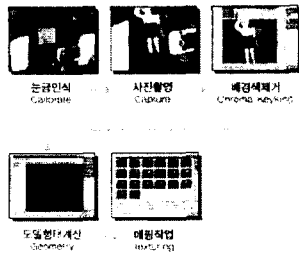


Fig. 2 Processing of 3D scanning

3. 매개변수의 영향 측정 방법 및 실험장치

3. 1 스캔 정밀도 측정 방법

매개변수가 스캔 정밀도에 미치는 영향을 파악하기 위한 실험순서를 Fig. 3에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 우선 촬영 매개변수인 광원의 조도와 디지털 카메라의 촬영각도, 그리고 대상물체와 카메라의 거리 및 카메라의 높이를 조정 한 후 스캔 작업을 통해 촬영 데이터를 추출한다. 그리고 대상물체의 실 측정치인 X, Y 및 Z축 길이와 추출된 데이터에 의해 모델링된 물체의 길이를 비교하여 변수들을 하나씩 고정시켜 나가는 작업을 반복한다. 이러한 일련의 작업을 통해 스캔 정밀도에 미치는 매개변수들의 영향 및 스캔 정밀도 개선을 위한 올바른 측정방법을 정립하고자 한다. 실 측정치 및 모델링된 물체의 길이 값들은 5회 반복 측정하여 그 평균을 구하였다.

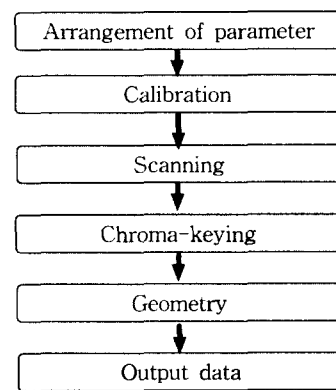


Fig. 3 Flowchart of experiment

3. 2 실험 장치

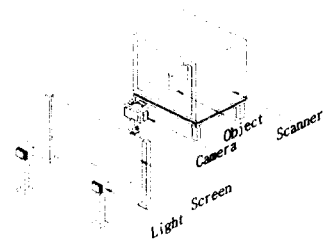


Fig. 4 Schematic diagram

매개변수가 스캔 정밀도에 미치는 영향을 측정하기 위한 실험장치를 Fig. 4에 나타내었다. 스캔스테이션에서 제공하는 장비외에 조도의 영향을 살펴보기 위해 1kW의 방송용 조명 2개를 디지털 카메라 뒤쪽에서 투사하는 형태로 세팅을 하고, 디지털 카메라와 조명 사이에는 광원의 세기를 중화시킬 수

있는 스크린을 설치하였다. 그리고 크로마킹작업을 원활히 하기 위해 파란색 배경과 대치되는 빨간색 무광택 스프레이를 이용하여 대상물체를 도색하였다.

3. 3 대상물체의 제원

본 실험에 사용된 프로펠러 날개의 제원을 Fig. 5에 나타내었다. 높이 방향을 Z축, 가로방향을 Y축, 그리고 세로 방향을 X축으로 잡고 그 길이를 정반에서 하이트 게이지를 이용하여 5회 반복 측정-평균한 결과 Z축 길이 113.48mm, X축 길이 47.90mm, 그리고 Y축 길이 102.85mm를 얻었다.

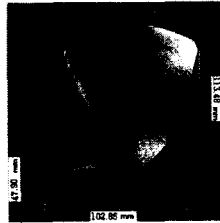


Fig. 5 Specification of model for scanning

4. 실험 결과 및 고찰

4. 1 카메라 높이에 의한 형상측정 데이터

매개변수가 카메라 높이, 카메라와 대상물체의 거리, 그리고 카메라의 각도 및 조도 등으로 여러 개이므로 순차적으로 고정하는 방식을 적용하였다. 먼저 카메라의 높이가 스캔 정밀도에 미치는 영향을 측정하였고, Fig. 6에 카메라 높이를 59cm부터 71cm까지 2cm단위로 바꾸어 가면서 스캔한 물체들과 그 측정치를 나타내었다.

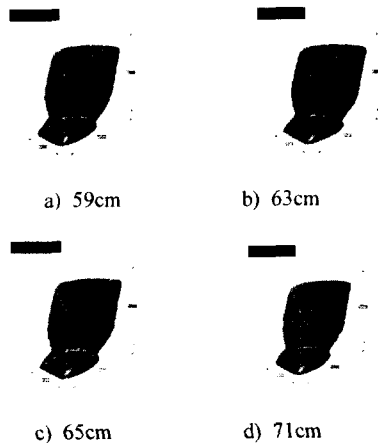


Fig. 6 Measurement value of 3D model for scanning

카메라 높이가 미치는 스캔 정밀도의 경향을 파악하기 위하여 Fig. 7에 카메라 높이에 따른 측정값들의 변화를 나타내었다.

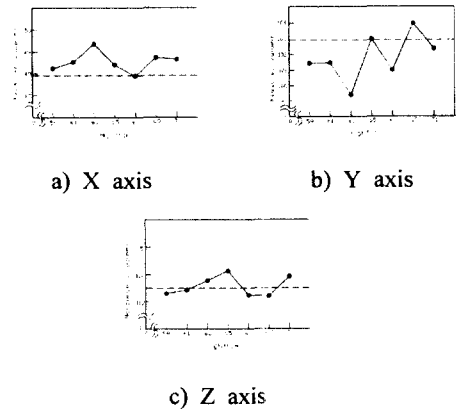


Fig. 7 Measurement value by camera height

X축, Y축 및 Z축의 정밀도 차이를 살펴 본 결과 기준이 되는 실제 측정치 데이터에 가장 근접하는 것은 카메라 높이 67cm일 때임을 알 수 있다. 따라서 카메라 높이를 67cm로 고정하고, 다른 매개변수들이 스캔 정밀도에 미치는 영향을 살펴보았다.

4. 2 카메라와 물체사이의 거리에 의한 형상 데이터

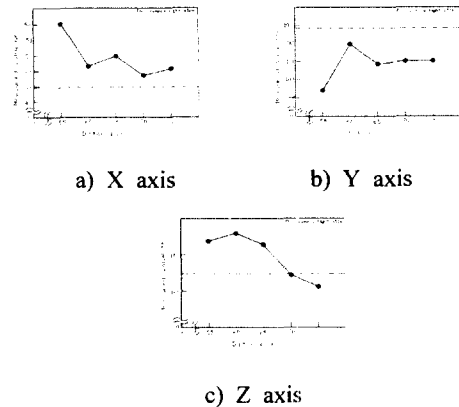


Fig. 8 Measurement value distribution by distance of camera and object

카메라의 높이를 67cm로 고정하고 카메라와 물체사이의 거리를 55cm에서 75cm까지 5cm단위로 증가시키면서 모델의 정밀도를 측정된 결과를 Fig. 8에 나타내었다. X축, Y축 및 Z축의 정밀도 차이를 살펴 본 결과 기준이 되는 실제 측정치 데이터에 가장 근

접하는 것은 카메라와 대상물체의 거리가 70cm일 때 임을 알 수 있다. 따라서 카메라 높이를 67cm로 고정하고, 카메라와 대상물체의 거리를 70cm로 고정하고, 다음 다른 매개변수들이 스캔 정밀도에 미치는 영향을 살펴보았다.

4. 3 각도의 변화에 의한 형상변화

카메라의 높이를 67cm, 카메라와 물체사이의 거리를 70cm로 고정하고 다음 카메라의 각도를 -10°에서 10°까지 5°씩 증가시키면서 모델의 정밀도를 측정하고 결과를 Fig. 9에 나타내었다.

X축, Y축 및 Z축의 정밀도 차이를 살펴 본 결과 기준이 되는 실제 측정치 데이터에 가장 근접하는 것은 카메라의 각도가 -5° 일 때임을 알 수 있다. 따라서 카메라 높이를 67cm, 카메라와 대상물체의 거리를 70cm, 그리고 카메라의 각도를 -5°로 고정하고 다음 다른 매개변수들이 스캔 정밀도에 미치는 영향을 살펴보았다.

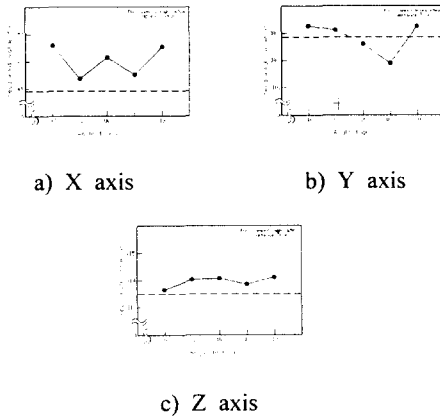


Fig. 9 Measurement value distribution by angle transform of camera

4. 4 조도의 변화에 의한 형상

카메라의 높이를 67cm, 카메라와 물체사이의 거리를 70cm, 그리고 카메라의 각도를 -5°로 고정하고 다음 조도를 1160 lux부터 1360 lux까지 50 lux씩 증가시키면서 모델의 정밀도를 측정하고 결과를 Fig. 10에 나타내었다.

X축, Y축 및 Z축의 정밀도 차이를 살펴 본 결과 기준이 되는 실제 측정치 데이터에 가장 근접하는 것은 1160 lux일 때임을 알 수 있다. 따라서 카메라 높이를 67cm, 카메라와 대상물체의 거리를 70cm, 그리고 카메라의 각도를 -5° 및 조도 1160 lux로 스캔하는 것이 스캔 정밀도를 좋게 하는 방법임을 알 수 있다.

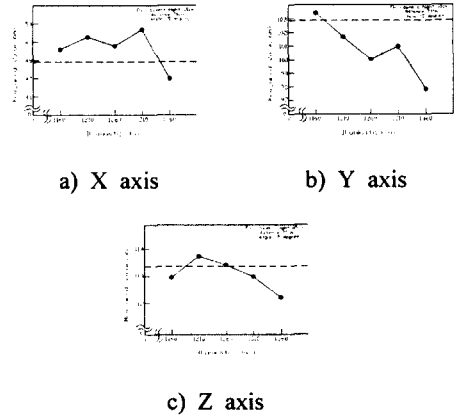


Fig. 10 Measurement value distribution by intensity of illumination transform

이상과 같은 결과를 토대로 Fig. 11에서 보는 것과 같이 스크류를 스캔받아 CAD데이터로 변환하였다. 아직까지 형상정밀도 부분에서는 많은 연구가 필요하다고 판단되어지나, 폐색에 의한 정보누락을 방지함으로써 다방향 측정의 가능성을 제시할 수 있다고 판단되어진다.

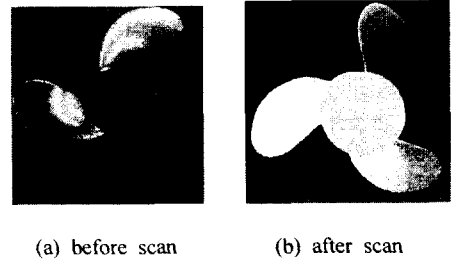


Fig. 11 Scan of screw

5. 결론

스캔시 발생하는 매개변수가 스캔 정밀도에 미치는 영향을 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 스캔시 발생하는 매개변수인 카메라의 높이, 카메라와 대상물체간의 거리, 그리고 카메라의 각도 및 조도 등이 스캔 정밀도에 영향을 끼침을 증명하였다.
- 2) 여러 개의 변수가 있을 때 하나씩 고정시켜나가는 방법을 적용한 결과 광학식 스캐너의 스캔 정밀도를 높일 수 있었다.

3) 일반적으로 사용되는 광학식 스캐너를 보완하는 실험장비를 구성하였다.

그리고 이와 같은 결론을 토대로 향후 연구과제는 홀형상을 포함하고 있는 물체의 3차원 스캔과 임펠러나 스크류와 같은 자유곡면을 포함한 물체의 스캔 및 스캔된 데이터를 토대로 한 가공데이터 추출을 할 계획이다.

참고문헌

- 1) Vail, N. K., Wilke, W., Bieder, H., and Junemann, G., "Interfacing Reverse Engineering Data to Rapid Prototyping", Solid Freeform Fabrication Symposium, pp. 481~490, 1996
- 2) R. Ippolito, L. Iuliano, and Politecnio di Torino, "Benchmarking of Rapid Prototyping Techniques in Terms of Dimensional Accuracy and Surface Finish", Annals of the CIRP, Vol. 44, pp. 157~160, 1996
- 3) 박희재, 안우정, 김왕도, "CAD/CAI 통합에 기초한 박형 단면을 가지는 항공기 터빈 블레이드의 정밀측정기술 개발", 대한기계학회 논문집(A) Vol. 20, No. 6, pp. 1743~1752, 1996
- 4) Anil K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall, 1989
- 5) Bernardini F., Bajaj C., "Automatic Reconstruction of 3D CAD Models from Digital Scans", International Journal of Computational Geometry and Applications, Vol. 9, No. 4, pp. 327-370, 1999
- 6) Robert N. Yancey, Dennis S. Eliassen, S. Trent Neel, James H. Stanley, "Reverse Engineering Using Computed Tomography", Proceedings of the Fifth International Conference on Rapid Prototyping, Dayton, Ohio, pp. 141-149, 1994
- 7) 손석배, 박현풍, 이관행, "전산역설계를 위한 측정계획 수립 알고리즘 개발", 한국정밀공학회논문집, pp. 410~413, 1999