

◆특집◆ 정밀공학 관련 벤처기업 소개

구면체를 이용한 3D 스캐너 위치 자동 캘리브레이션

배석훈*, 정강훈*, 이동훈*, 주영관*

Automated Position Calibration of 3D Range Finder Using Spherical Object

Seockhoon Bae*, Kanghoon Jung*, Donghoon Lee* and Youngkwan Joo*

Key Words : 3D 스캐너 (3D range finder), 위치 캘리브레이션(position calibration), 형상 인식(object shape recognition)

1. 서론

레이저 파인더 원리의 3 차원 스캐너는 리버스 엔지니어링, 가공 오차 형상 검사, CAE 해석 모델 재수정 등의 목적으로 빠른 속도로 생산 현장에 보급되고 있다. 이러한 프로세스는 공통적으로 측정을 원하는 물체의 전체 형상을 완벽하게 3 차원 스캔하는 작업으로부터 시작한다. 전체 3 차원 형상을 측정하기 위해서는 물체의 위치를 이동하거나 또는 측정장비의 측정 각도나 위치 등을 이동하면서 작업을 진행하여야 한다. 따라서 물체나 측정장비의 이동량으로부터 전체 형상을 자동으로 측정하기 위해서는 작업 중의 이동량을 계량할 수 있는 XY 테이블, 회전테이블, 틸팅테이블, 엘리베이터 또는 다관절 로봇트과 같은 위치 컨트롤 장비를 활용하여 특정한 하나의 좌표계 상에서 좌표 변환량을 수치적으로 표현할 수 있도록 시스템을 구성하는 것이 통상적인 방법이라고 할 수 있다.

그런데 서로 독립된 두 개 이상의 좌표계를 기준으로 구동되는 컨트롤 장비를 이용하여 시스

템을 구성하는 경우 좌표계간의 위치 보정(캘리브레이션)을 위한 선행 작업이 반드시 필요하며 이의 정확도에 따라 전체 측정 결과의 정확도(accuracy)가 크게 좌우되는 문제가 있다. 즉, 측정 결과의 정확도는 다음과 같은 세가지 오차의 누적에 영향을 받는다고 생각할 수 있다.

- 컨트롤장비의 위치 오차
- 캘리브레이션 오차
- 3차원 측정 오차

본 연구에서는 이러한 캘리브레이션 작업을 구면 형상을 이용하여 간단하게 수행할 수 있는 새로운 방법과 위치 오차를 보정할 수 있는 소프트웨어적인 해결방법을 제시하여 전체적인 시스템 구성 비용을 획기적으로 절감할 수 있는 'AutoScan' 시스템을 소개하도록 한다.

2. 시스템 구축 개념

2.1 전체 작업 프로세스

본 연구, 개발에 활용한 컨트롤 장비는 다음과 같다.

- 물체 회전 스테이지
- 물체 회전 및 틸팅 스테이지
- 3 차원 스캐너 틸팅 및 엘리베이션

* ㈜아이너스기술 부설 연구소

Tel. 02-566-8694, Fax. 02-566-8696

Email info@inustech.com

3 차원 측정 및 리버스 엔지니어링 관련 소프트웨어, 하드웨어에 대한 상용 수준의 폭 넓은 연구, 개발을 하고 있다.

이러한 컨트롤 장비들의 캘리브레이션은 다음과 같은 단계로 수행한다.

1. 두개 이상의 구면체를 오브젝트 스테이지에 장착하고 3 차원 측정을 수행한다.
2. 각 이동 자유도에 대하여 적당량을 이동시키고 1 의 구면체의 3 차원 측정을 다시 수행한다.
3. 1,2 의 3 차원 측정 데이터에서 구면의 중심점을 자동으로 추출한다.
4. 1,2 의 이동량 및 3 의 중심점을 기준으로 각 이동 축을 하나의 절대 좌표계에 대한 표현식으로 추출한다.

이상과 같은 과정을 통하여 계산된 결과는 절대 좌표계에 대한 각 회전, 평행 이동 중심 축에 대한 벡터 표현식들이다.

따라서, 후속 작업은 측정 대상 물체를 장착하고 원하는 축으로 물체 또는 3 차원 측정 장비를 이동하면서 3 차원 측정을 수행하고 기록된 이동량 및 캘리브레이션 과정에서 계산된 중심 축 정보를 이용하여 전체 형상의 위치 보정을 간단하게 수행할 수 있다. Fig.1 에 일부 위치 컨트롤 장비에 대한 예를 도시하였다.

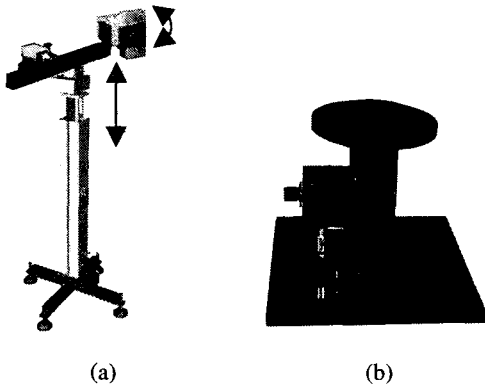


Fig. 1(a) 3D scanner tilting/elevation control stage
 Fig. 1(b) Object rotation/tilting control stage

또한 각 측정된 데이터로부터 “글로벌 레지스트레이션”이라는 소프트웨어 적인 위치보정 알고리즘을 적용 시키면 컨트롤 및 캘리브레이션 오차범위를 줄이기 위해서 필요한 정밀 프로세스 없이도 3 차원 측정장비의 오차 범위 내에서 원하는 형상

정보를 획득할 수 있다. “글로벌 레지스트레이션”은 아이너스 기술에서 상용화한 “래피드폼”이라는 리버스 엔지니어링 소프트웨어에 구현된 알고리즘을 적용하였다.

이상의 프로세스는 본 연구에서 활용한 컨트롤 장비 이외의 컴포넌트도 확장이 가능한 방법이라고 할 수 있다.

2.2 구면체의 자동 인식

3 차원 측정 점들로부터 구면체를 자동인식 하는 방법은 다음과 같다. 일단 캘리브레이션 용도로 사용되는 구면체는 3 차원 측정이 용이한 재질로 제작을 하고 주변 지지물 등은 반대로 측정이 어려운 재질로 제작을 하여 가능한한 구면체 형상만이 측정이 되도록 한다. 그리고 측정점들을 구면체 피팅(sphere fitting) 알고리즘을 이용하여 피팅하고 결과 구면체와 일정 정도의 노이즈를 포함하는 점들을 필터링하여 삭제한다. 이와 같은 방법을 수 차례 반복하여 피팅된 구면체와 피팅에 사용된 점의 표면 오차가 일정 기준에 모두 만족할 수 있는 점들을 선별하여 최종 구면체 정보를 획득한다.

3. 실제 구축 예

3.1 캘리브레이션 시스템

Fig.1 은 캘리브레이션에 사용된 구면체를 여기에 3.1 절의 내용을 입력하십시오. 여기에 3.1 절의 내용을 입력하십시오. 여기에 3.1 절의 내용을 입력하십시오. 여기에 3.1 절의 내용을 입력하십시오. 여기에 3.1 절의 내용을 입력하십시오.

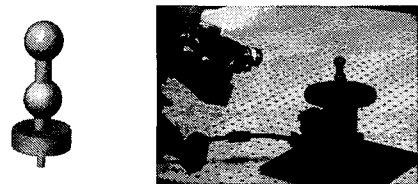


Fig. 2 Spherical object for calibration

3.2 AutoScan 소프트웨어

Fig.3 에 도시한 AutoScan 소프트웨어는 캘리브레이션 기능, 각 컨트롤 장비 및 3 차원 스캐너들의 제어기능, 측정 결과로부터 자동으로 전체 형상을 획득하는 기능 및 배치작업에 가능하도록 프로세스 저장 및 재현 기능들을 일괄적으로 제공할 수 있도록 개발된 범용 소프트웨어이다. 본 소프트웨어는 다양한 컨트롤 장비 및 3 차원 스캐너들을 간단하게 연동할 수 있는 확장성을 제공하기 위하여 개방형 구조로 개발되었다.

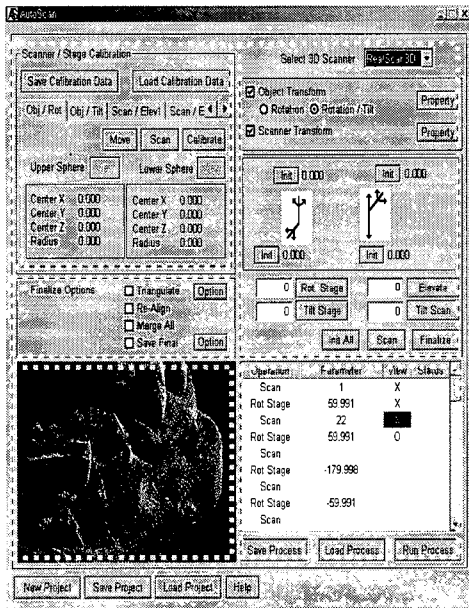


Fig. 3 AutoScan software screen image snapshot

4. 결론

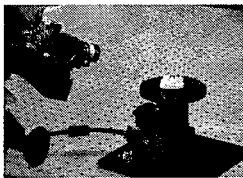


Fig. 4 Fully automatically scanned teeth samples

본 시스템으로 측정한 결과를 일부 예로 설명

하면 Fig.4 에 도시한 각 치아 모델의 경우 전체 측정 및 3 차원 데이터(폴리곤모델)를 50 micron의 정밀도를 유지하면서 약 2 분 이내에 전 자동으로 획득하는 것이 가능하였다.

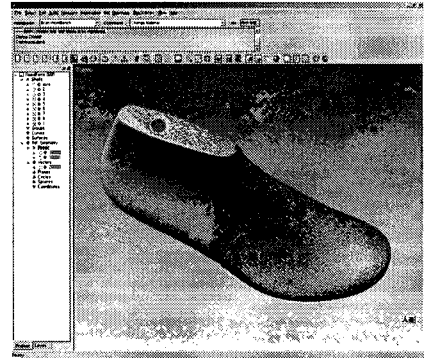


Fig. 5 Fully automatically scanned shoe last sample

Fig.5 에 도시한 라스트 모델의 경우 전체 측정 시간이 약 1 분 이내에 전 자동으로 스캔이 가능하였다.

결론적으로, 본 연구 결과 물체 구동 및 3 차원 측정 장비의 컨트롤시 필요한 다좌표계 캘리브레이션을 저비용으로 간단하게 구성할 수 있었으며, 측정에 소요되는 측정 시간을 획기적으로 절감하고 자동화할 수 있는 시스템을 개발하였다.