

3차원 자동 측정 시스템

Automatic 3D Measurement System

*#장민호¹, 김태완², 정연찬³

*#M. H. Chang (mchang@dankook.ac.kr)¹, T. W. Kim², Y. C. Chung³

¹ 단국대학교 기계공학과, ²서울대학교 조선해양공학과, ³서울산업대학교 금형설계학과

Key words : 3D scanner, Automatic 3D measurement, Scan data, Point cloud data, Registration, Scan path

1. 서론

3차원 측정 시스템이 사용되었던 초창기에는 CMM (Coordinate Measurement Machine) 장비가 기술의 안정성이 뛰어나고, 접촉식 프로브(Probe)를 이용하여 형상 정보를 추출하기 때문에 고정밀도 3차원 형상 측정이 가능하다는 특징으로 역설계 (Reverse engineering)와 품질검사(Quality inspection) 분야에서 주로 사용되어 왔다. 그러나 CMM 장비에 기인하는 복잡한 형상에 대한 측정의 모호성, 접촉식으로 인한 측정 대상의 제한성 그리고 형상 측정 시 소요되는 시간적 효율 및 장비 사용의 편의성 등을 고려하기 시작하면서, 접촉식 장비보다는 광학적 장치를 이용한 비접촉식 장비로 연구 및 개발이 집중되기 시작하였다. 이러한 추세로 인해, 광학적 장치를 이용한 비접촉식 3차원 형상 측정 시스템은 급속도로 발전되어 왔으며, 불가피하게 보정되어야 했던 형상 측정 센서의 정밀도 부분에서도 접촉식 장비와 비슷한 수준의 높은 정밀도를 만족시키고 있는 실정이다. 하지만 비접촉식 3차원 형상 측정 시스템을 통해 획득한 데이터를 이용하여, 3차원 형상 모델을 생성하는 과정은 여전히 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 특히 장비 사용자의 경험적 기술력이 데이터 처리 과정에서 직접적으로 영향을 미치기 때문에 전문적으로 축적된 사용자의 노하우가 없다면 정확한 3차원 형상 모델을 얻기란 그리 쉽지 않다. 또한 특정 모델에 대해 반복적인 3차원 형상 측정이 필요할 경우, 전문가가 작업을 수행하더라도 동일 조건 및 방법으로 3차원 형상 측정 작업을 진행하기에는 어려움이 있다. 결국 이러한 경험적, 유동적 조건에 따른 3차원 형상 측정으로 인해 실물 모델과 최종 3차원 형상 모델 사이에서 오차가 발생하게 되는 것이다.

본 논문은 이러한 문제점을 해결하고자, 3차원 형상 측정 시스템에 자동화 기술을 적용한 3차원 자동 측정 시스템을 제시하고자 하였으며 독일의 기술 기준 및 규정, VDI/VDE 2634 Part II에 따른 정밀도 검사를 통해, 제작된 자동화 시스템의 정밀도 검증을 수행하고자 하였다. 또한 3차원 형상 측정 시스템을 통해 획득되는 대용량 스캔 데이터를보다 효율적으로 관리하며 사용함으로써 기존의 스캔 데이터 처리 과정에서 발생할 수 있었던 시간적 소요 문제와 컴퓨터 사용 상의 한계를 극복할 방안을 제시하고자 하였다.

2. 3차원 형상 모델 생성 (제안 방법)

2.1 스캔 데이터 획득

본 논문에서 제안하고자 하는 것은 3차원 형상 측정의 과정을 자동화함으로써, 사용자의 숙련도에 영향을 받지 않으며, 고정밀도의 스캔 데이터를 항상 동일한 데이터로 획득할 수 있게 하고자 하는 것이다. 또한 3차원 형상 측정 자동화에 따른 반복적 작업성을 확보함으로써, 효율적인 스캔 작업이 가능하도록 하고자 하였다. 물리적 시뮬레이션을 위해 Fig. 1, 2와 같이 두 가지 종류의 3차원 자동 측정 시스템을 제작하였다.

2.1.1 하드웨어 장비

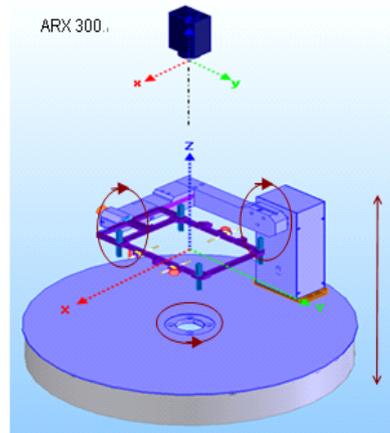


Fig. 1. Automatic measurement system

Fig. 1은 ARX300 모델의 장비를 나타내고 있는 것으로, VDI/VDE 기준에 근거한 높은 정밀도의 고성능 3차원 측정 센서와 각 측정물에 맞게 제작되고 정밀하게 측정된 지그 시스템, 그리고 측정물이 X, Y, Z축을 기준으로 회전이 가능하며, Z축에 따라 이송이 가능하도록 4축 구동 시스템으로 구성하였다. 따라서 복잡한 형상의 경우에도 다양한 각도에서 측정할 수 있기 때문에 최적의 측정 경로를 설정할 수 있게 하였다.

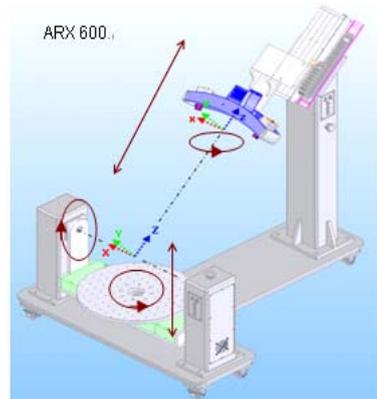


Fig. 2. Automatic measurement system ARX600)

Fig. 2는 자동 측정 시스템인 ARX600모델을 나타내고 있는 것이다. ARX600 모델 역시 측정물을 상대로 2축 회전이 가능하며 수직 방향으로의 이송이 가능하게 제작하였다. 또한 3차원 스캐너 자체적으로도 회전 및 이송이 가능하게 제작하여 다양한 각도에서 형상 측정을 할 수 있게 하였다.

2.2 스캔 데이터의 Registration

본 논문에서는 3차원 형상 측정 시스템을 통해서 획득한 스캔 데이터를 ICP (Iterative Closet Point Set) 알고리즘과 reference targets을 사용함으로써 registration의 정밀도 향상 및 타당성을 증보할 새로운 방법을 제안하고자 한다. 즉, ICP 알고리즘에 의한 registration 방법과 reference targets을 이용한 registration 방법을 병행하여 사용하고자 하였다. 먼저 ICP 알고리즘에 의한 방법으로 스캔 데이터 포인트 쌍에 대해 수직방향으로의 구속조건을

적용하고, 스캔 데이터의 tangent distant error와 sliding penalty rate를 최소화 함으로써 기존에 일반적으로 사용되어 온 registration 방법들보다 정밀한 registration이 가능해지도록 효과를 극대화한 방법이다.¹⁾ Fig. 4, 5에서 확인할 수 있듯이, 본 논문에서 제시하고 있는 병렬적 registration 방법을 사용한 스캔 데이터와 일반 ICP (Iterative Closet Point Set) 알고리즘을 사용한 결과를 비교해보면 ICP(Iterative Closet Point Set) 알고리즘을 적용한 방법보다는 두 가지 방법을 병합시켜 적용한 결과가 보다 정확하다는 것을 확인할 수 있다.

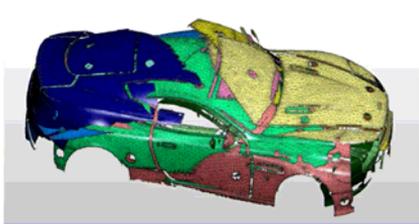


Fig. 3. Scanned patches

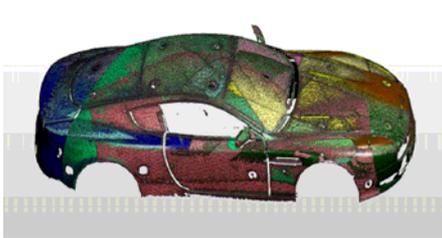


Fig. 4. Method of registration using ICP algorithm



Fig. 5. Proposed method of registration

3. 스캐닝 실험

3.1 스캔 데이터 획득

스캔 데이터 획득은 미리 구성되어진 120단계의 측정 경로 방향에 대해 측정물의 3차원 스캔 데이터를 획득하였다.



Fig. 6. Scanning data of measurement path

3.2 스캔 데이터의 Registration

스캔 데이터 획득 과정에서 120단계의 측정 경로를 통해서 획득한 스캔 데이터(Patches)들은 본 논문에서 제시하고자 하는 ICP(Iterative Closet Point Set) 알고리즘과 reference targets을 사용한 방법에 의해 Fig. 7과 같은 registration 결과를 얻게 되었다.

120개의 대용량 스캔 데이터(1.02GB)들은 제안 방법을 통해 정렬 및 결합을 마치기까지 3분 정도의 시간이 소요되었다.

3.3 3차원 형상 모델 생성

120개의 스캔 데이터 정렬 및 결합을 마친 데이터(1.02GB)에 메쉬를 생성하여 3차원 형상 모델을 생성하는 과정은 ezScan2006 프로그램의 'large data processing mode'를 통하여 대용량의 스캔 데이터를 RAM과 하드 드라이브(hard drive)에 적절하게 할당시키면서 데이터 처리가 되는데, 대용량 데이터의 효율적 관리를 통해 4분 안에 이 과정을 완료하였다.

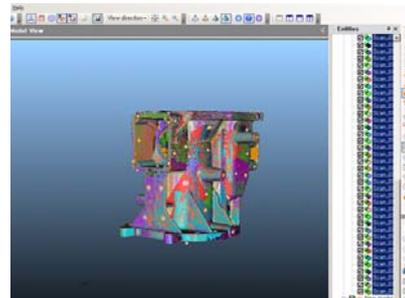


Fig. 7. Registration of automatic 3D measurement system

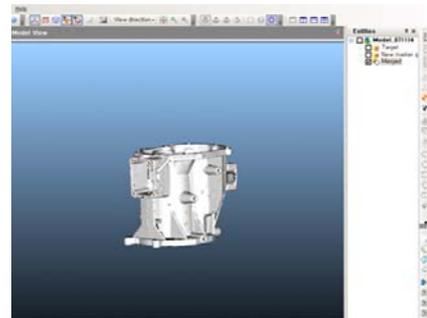


Fig. 8. 3D geometry modeling

4. 결론

본 논문에서는 3차원 형상 측정 시스템을 통한 스캔 데이터 획득 시 기존에 사용되었던 수동적인 방법에 의한 문제점, 즉 정형화되어 있지 않은 3차원 형상 측정 방법과 시스템 사용자마다 달라질 수 있는 유동적 측정 조건으로 인해 3차원 형상 측정 및 스캔 데이터 처리 과정이 최종적으로 생성되는 3차원 형상 모델에 미치는 영향을 최소화되게 하고자 하였으며, 측정 경로의 설정을 통해 3차원 형상 측정의 과정을 자동화함으로써 특정 대상 및 유사 형상에 대해 측정 조건의 변화 없이 항상 동일한 데이터 획득이 가능한 반복적 측정이 가능하도록 하였다.

후기

본 연구의 일부는 중기거점 차세대신기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Tae-wan Kim, Yeong-hwa, Seo, Sang-chul Lee, Zhou-wang Yang, Minho Chang, "Simultaneous Registration of Multiple Range Views with Markers", CAD, 2007. 11.26