

# 마커를 이용한 3D 스캔데이터의 다계동시정렬 Simultaneous Registration of Multiple Range Views with Markers

\*김태완<sup>1</sup>, #서영화<sup>2</sup>, 이상철<sup>3</sup>, Zhou Yang<sup>3</sup>, 장민호<sup>4</sup>

\*T. W. Kim<sup>1</sup>, #Y. H. Seo(sseoyh@snu.ac.kr)<sup>2</sup>, S. C. Lee<sup>3</sup>, Z. W. Yang<sup>3</sup>, M. H. Chang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 조선해양공학과 해양시스템공학연구소, <sup>2</sup>서울대학교 정보기술연구소,

<sup>3</sup>서울대학교 조선해양공학과, <sup>4</sup>쉴루선닉스

Key words : Registration, kinematics, marker, rigid body motion, tangent distance error.

## 1. 서론

3D 스캐너를 이용한 스캔 데이터는 기하학적 모델링과 의학적인 형태 측정 분야에 대하여 점점 사용이 증가하고 있다. 대부분의 3D 스캐너는 목표 물체로부터 연속되는 데이터 집합을 여러 방향에서 획득하게 된다. 모델 데이터의 정밀도와 품질을 높이기 위해서는 하나의 좌표계 안에서 여러 개의 데이터 집합을 정렬하는 정렬 프로세스가 필요하다.

정렬 문제는 CAD, 컴퓨터 시각(computer vision), 의학 화상(medical imaging) 그리고 관련된 응용분야에서 여러 가지 유형으로 사용되고 있다 [1,6,8]. 대부분의 2 계 정렬은 한 쌍의 스캔데이터 사이의 사상(mapping)을 추정하는 것을 목적으로 한다. 측정된 한 쌍의 데이터군 중에서 하나의 계는 움직이지 않는 고정군(the fixed system)이라고 가정하고, 다른 계는 공간상에서 변환하여 고정군에 수렴하는 이동군(the moving system)이라고 가정한다. 최적화된 사상을 결정하기 위하여 이동군에서 샘플링한 점들이 필요하고, 고정군에서 대응위치를 찾아야 한다. 사상은 변환 매개변수 집합의 함수로 나타낼 수 있다. 3 차원 강체 변환은 6 개의 매개변수로 정의된다. 3 개의 매개변수는 회전운동에 대한 매개변수이고, 나머지 3 개의 매개변수는 평행운동에 대한 매개변수이다. 한 쌍의 스캔 데이터를 정렬하기 위하여 다음과 같은 2 가지 단계를 거치게 된다. 첫 번째 단계에서는 변환 매개변수 집합을 추정하여 계산을 하고, 두 번째 단계에서는 추정한 변환 매개변수를 이용하여 이동군을 변환하게 된다. 일반적으로 정렬 프로세스는 이동군이 오차범위에 최적화 될 때까지 반복적으로 변환을 하게 된다.

## 2. 마커를 이용한 정렬

정렬의 결과는 적용하는 정렬 알고리즘뿐만 아니라 정렬의 대상의 모양에도 영향을 많이 받는다. 실제로 두 물체의 겹치는 영역이 편평한 물체의 정렬에서는 몇 가지 원치 않는 결과를 얻을 수 있다. 왜냐하면 이런 경우에는 거리 에러(error)의 메트릭(metric) 함수가 편평한 영역의 접평면 방향으로 미끄러질 경우 함수값이 변화하지 않을 것이기 때문이다.

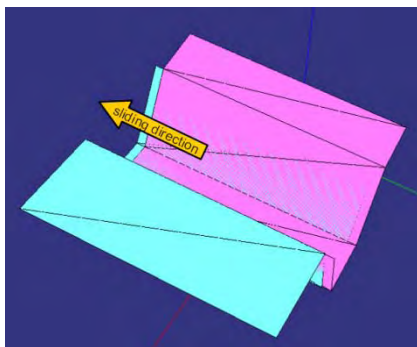


Fig. 1 Registration result with sliding error.

초기 정렬은 대상 물체를 순차적으로 스캔할 때 이루어지게 된다. 이런 초기 정렬을 바탕으로 해서 스캐너는 스캔이 되지 않은 영역을 빠르게 결정할 수 있게 된다. 초기 정렬을 가속하기 위해서 몇 개의 마커가 불연속적인 특이점(feature point) 역할을 하게끔 대상 물체에 붙인다. 그리고 초기 정렬을 위해 마커와 이에 대응되는 대응점을 각각의 다른 스캔 사진으로부터 계산하여 구한다. 하지만 이런 마커들은 현존하는 세부 정렬 방법에서 모두 무시되거나 사용되지 않는다. 이에 우리는 마커를 이용하여 세부 정렬의 정확성을 보다 높은 새로운 정렬 모델을 제안하고자 한다. 결론부터 말하자면 우리가 제안하는 모델은 다계동시정렬시 미끄럼 오차를 현저하게 줄일 수 있다.



Fig. 2 Scan a target object with markers.

## 3. 실험방법

이번 장에서는 본 연구에서 제안한 다계동시정렬법을 두 가지 경우에 적용하여 증명한다. 또한 우리는 제안한 방법과 비교를 위하여 수평방향의 ICP 알고리즘 오차 계측법을 사용하였다.

다계동시정렬의 빠른 테스트를 위하여 다면체의 시편 스캔 데이터를 이용하였다. Fig. 3(a)에서는 정렬하기 전의 측정데이터 3 개의 초기 상태를 나타내었다. Fig. 3(b)는 ICP 알고리즘으로 정렬된 결과이고, Fig. 3(c)는 본 연구에서 제안한 정렬 결과를 비교하여 보여준다. 이와 같이 간단한 테스트로 마커 정보를 포함한 다계동시정렬 알고리즘을 이용하여 미끄럼 현상을 감소시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

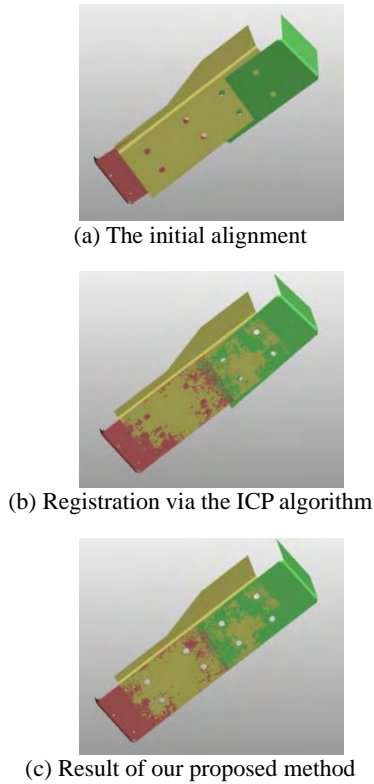


Fig. 3 A simple test

두 번째 실험을 위하여 ㈜Solutionnix의 3D 레이저 스캐너를 이용하여 실제 자동차 모형의 스캔데이터를 획득하였다. 이번 실험에 사용한 데이터는 총 11개이며 각각의 데이터는 21,000~40,000개의 점들로 이루어져 있다. Fig. 4(a)는 각각의 스캔데이터를 초기상태에서 ICP 알고리즘으로 정렬한 결과를 나타내고, Fig. 4(b)는 본 연구에서 제안한 정렬의 결과를 보여준다. 도출된 두 가지 결과를 비교해 보면, 본 연구에서 제안한 마커를 이용한 다계동시정렬법이 ICP 알고리즘보다 전체적인 수렴성과 안정성이 우수한 결과를 확인할 수 있다.

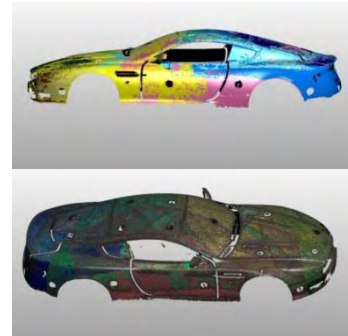
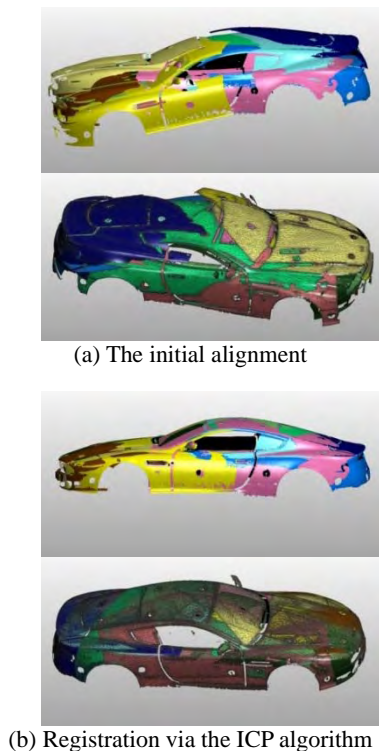


Fig. 4 Simultaneous registration of a toy car.

#### 4. 결론

본 논문에서는 다계동시정렬을 위한 새로운 정렬방법을 제안하였다. 새로운 정렬방법은 수평방향의 오차 메트릭과 미끄럼 오차로 구성된 목적 함수를 최소화하는 데에 기반을 두고 있으며, 미끄럼오차를 제거하는 기능을 갖고 있다. 또한, 다계의 스캔데이터를 동시에 정렬하기 위한 새로운 정렬 알고리즘의 높은 수렴성과 안정성을 설명하는 실험을 하였으며, 측정데이터간의 초기 정렬 오차가 크더라도 전체적인 안정성을 갖고 있다는 것을 확인하였다.

#### 후기

본 연구는 산업자원부 중기거점 차세대신기술개발사업 고정밀 스캐닝 및 CAD Data Import 기술 개발의 지원으로 이루어진 연구 결과의 일부임을 밝히며, 이에 감사 드립니다.

#### 참고문헌

1. D. C. Alexander, C. Pierpaoli, P. J. Basser and J. C. Gee, "Spatial transformations of diffusion tensor magnetic resonance images," IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 20, No. 11, pp. 1131-1139, 2001.
2. P. J. Besl and N. D. McKay, "A method for registration of 3D shapes," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 14, No. 2, pp. 239-256, 1992.
3. O. Bottema and B. Roth, Theoretical Kinematics, Dover, New York, 1990.
4. C. Chen, Y. Hung and J. Cheng, "A fast automatic method for registration of partially-overlapping range images," Proc. ICCV, 1998.
5. Y. Chen and G. Medioni, "Object modeling by registration of multiple range images," Proc. IEEE Conference on Robotics and Automation, Sacramento, 1991.
6. R. W. Cox and A. Jesmanowicz, "Real-time 3D image registration for functional MRI," Magnetic Resonance in Medicine, Vol. 42, pp. 1014-1018, 1999.
7. C. Dorai, J. Weng and A. Jain, "Optimal registration of object views using range data," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 10, pp. 1131-1138, 1997.
8. D. W. Eggert, A. W. Fitzgibbon and R. B. Fisher, "Simultaneous registration of multiple range views for use in reverse engineering of CAD models," Computer Vision and Image Understanding, Vol. 69, pp. 253-272, 1998.