

Column Space Fitting (CSF)을 이용한 3차원 복원을 위한 특징점 매칭에 대한 연구

오장석^{0*}, 홍형길^{*}, 우성용^{*}, 송수환^{*}, 서갑호^{*}, 김대희^{*}

^{0*}한국로봇융합연구원 스마트커넥티드연구센터

e-mail: {dueeldi, honghg, woosy, shsong, neoworld, dhkim}@kiro.re.kr^{0*}

A study on feature points matching for 3D reconstruction using Column Space Fitting (CSF)

Jangseok Oh^{0*}, Hyunggil Hong^{*}, Seongyong Woo^{*}, Suhwan Song^{*}, Kapho Seo^{*}, Daehee Kim^{*}

^{0*}Smart Connected Research Center, Korea Institute of Robot Convergence

● 요약 ●

본 논문에서는 3차원 복원을 위한 특징점 추출 및 매칭에 대한 보다 정확한 방법을 제안한다. 이 방법은 컴퓨터 비전의 기본이 되는 분야로 복원뿐 만 아니라 SLAM과 같은 지도 작성 및 자율 운행에도 필요한 방법이다. 본 연구는 3차원 물체 복원을 위해서 사용하는 방법 중 하나인 Column space fitting(CSF)을 이용하여 turntable-image data에 적용하여 성능을 평가하여 정확성을 검증한다. 오늘날 3D scanner를 이용하여 물체를 3차원 모델을 획득하고 3D프린터를 이용하여 다양한 분야에 적용한다. 그러나 고가의 장비이기 때문에 접근성이 떨어진다. 본 연구는 영상들만을 가지고 기하학적 계산을 통해 3차원 모델을 획득한다. 본 연구결과는 기존의 방법인 KLT 알고리즘과 비교하여 RMSE의 값을 약 5배를 줄이는 성능 향상을 보인다.

키워드: 3차원 복원(3D reconstruction), 매칭(matching), Column Space Fitting(CSF)

I. Introduction

컴퓨터 비전의 한 분야로서 영상 이미지 간의 특징점 추출 및 매칭은 고전적인 문제이지만 중요하며 꼭 풀어야 하는 문제이다. 먼저 특징점 추출을 위해서 가장 많이 사용하는 대표적인 것이 SIFT[1]와 SURF[2]이다. 그리고 이렇게 추출한 특징점을 매칭하여 3차원 모델과 카메라 모션을 계산한다. 계산하는 알고리즘은 여러 가지가 존재한다. 그중에서 본 연구에 사용한 알고리즘은 복원하려고 하는 대상을 가운데에 놓고, 그 물체를 중심으로 카메라를 360도 회전하면서 획득한 영상 또는 turntable에 물체를 놓고 카메라는 테이블에 있는 물체를 향하여 고정되어있고, 테이블을 360도 회전하면서 획득한 영상에 적용하는 방법이다. 이는 마치 3차원 스캐너와 같다. 오늘날 3차원 프린터를 이용하여 물체의 3차원 형상을 만들어서 다양한 분야에 적용을 하는데, 이를 위해서는 3차원 값을 알아야 하므로 이 방법이 하나의 대안이 될 수 있다. 본 논문에서는 기존의 방법들을 발전시켜 밀도가 높은 3차원 포인트 군집(point cloud)을 얻을 수 있도록 decomposition 방법으로 계산하는 CSF 방법을 이용한다. 이 방법은 turntable에 대상 물체를 올려놓고 영상을 획득했을 때 적용하기에 편한 방법이다.

II. Related works

1. Feature matching

영상 간의 매칭을 위해서는 먼저 특징점을 추출하는 알고리즘이 필요하다. 가장 많이 사용되고 있는 방법 중에서 대표적인 것이 SIFT[1], SURF[2]있으며, 여기에 카메라 포즈의 변화가 많은 곳에서도 매칭할 수 있도록 Affine model을 적용한 방법이 ASIFT[3]이다. 이렇게 얻어진 특징점들은 각각 묘사자로 표현이 되고 이 값들을 비교하여 가장 적은 에러 값을 가지는 것을 매칭 결과로 사용한다.

2. 3D reconstruction

본 논문에서 소개하는 3차원 복원 알고리즘은 CSF[4]으로 turntable과 같은 환경에서 얻어진 영상들 간의 매칭 결과(W)로부터 다음 아래의 식(1)과 같이 카메라 정보(M)와 3차원 포인트들(S)로 분리해 내는 알고리즘이다.

$$W = MS \tag{1}$$

III. The Proposed Method

본 논문은 3차원 복원했을 때 정확하면서 충분한 포인트를 구하기 위해서 SIFT와 SURF에 Affine model을 적용하여 특징점을 구하고, 다음 Fig.1과 같이 여러 단계를 거쳐 보다 정확한 매칭을 제안한다.

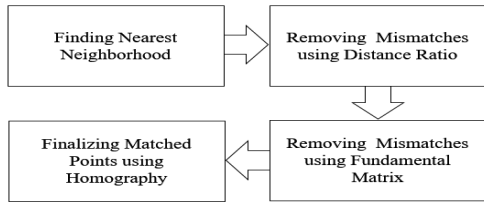


Fig. 1. Block diagram of finding corresponding points

첫 번째, 두 번째 단계는 기존의 방법과 같고, 여기에 만족해야 하는 기하학적 관계인 fundamental matrix[5]와 homography[5]를 세 번째, 네 번째 단계로 추가하여 매칭의 정확성을 높였다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 제안한 방법의 정확성을 비교하기 위해서 논문[4]에서 사용한 대표적인 dino 영상을 사용하였다. 이영상은 10도씩마다 획득한 영상으로 총 36장으로 구성되어 있다. 그리고 KLT 알고리즘을 적용하여 다음 Table 1. 과같이 세 개의 data A, B, C를 획득하여 복원하였다. 복원 과정에서 얻어진 에러 값은 모두 1을 넘는다. 하지만 우리의 결과는 data D로 기존 data 중에서 C가 가장 많은 4,983개의 포인트를 복원하는 데에 비해 우리의 결과는 262,409개의 포인트를 복원한다. 약 50배 넘는 포인트들을 복원하였을 뿐만 아니라 에러 값도 0.268765로 기존의 결과보다 약 1/5로 줄었다. 그리고 다음 Fig.2는 data D의 복원된 3차원 포인트들이다.

Table 1. Results of CSF-Bwp on different subsets of the dinosaur (720x576 pixels) dataset

	Data	RMSE
A	319 point tracks (76.9% missing)	1.3031
B	2,683 point tracks (87.8% missing)	1.4833
C	4,983 point tracks (90.8% missing)	1.2641
D	262,409 point tracks (93.8% missing)	0.268765



Fig. 2. 3D reconstruction

ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(No. 317072-04 & No. 316020-3)

REFERENCES

- [1] D. G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints," International Journal of Computer Vision, vol. 60, pp. 91-110, 2004.
- [2] H. Bay, A. Essa, T. Tuytelaars, and L. V. Gool, "Speeded-Up Robust Features (SURF)," Computer Vision and Image Understanding, vol. 110, pp. 346-359, 2008.
- [3] J. Morel and G. Yu, "ASIFT: A New Framework for Fully Affine Invariant Image Comparison," SIAM Journal on Imaging Sciences, vol. 2, pp. 438-469, 2009.
- [4] P.F. Gotardo, A.M. Martinez, "Computing smooth time trajectories for camera and deformable shape in structure from motion with occlusion", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 33, pp.2051-2065, 2011.
- [5] R. Hartley and A. Zisserman, "Multiple view geometry in computer vision," Cambridge university press, 2003.