

체적형 객체의 촬영을 위한 깊이 및 RGB 카메라 기반의 카메라 자세 추정 알고리즘

김경진, 김동욱, 서영호
광운대학교

kjkim@kw.ac.kr, dwkim@kw.ac.kr, yhseo@kw.ac.kr

Depth and RGB-based Camera Pose Estimation for Capturing Volumetric Object

Kyung-Jin Kim, Dong-Wook Kim, Young-Ho Seo
Kwangwoon university

요 약

본 논문에서는 다중 깊이 및 RGB 카메라의 캘리브레이션 최적화 알고리즘을 제안한다. 컴퓨터 비전 분야에서 카메라의 자세 및 위치를 추정하는 것은 꼭 필요한 과정 중 하나이다. 기존의 방법들은 핀홀 카메라 모델을 이용하여 카메라 파라미터를 계산하기 때문에 오차가 존재한다. 따라서 이 문제점을 개선하기 위해 깊이 카메라에서 얻은 물체의 실제 거리와 함수 최적화 방식을 이용하여 카메라 외부 파라미터의 최적화를 진행한다. 이 알고리즘을 이용하여 카메라 간의 정합을 진행하면 보다 더 좋은 품질의 3D 모델을 얻을 수 있다.

1. 서론

컴퓨터 비전 또는 증강현실 응용에 카메라 자세 및 위치 추정하는 과정이 필요로 하게 된다. 여러 대의 RGB-D 카메라를 이용해 물체를 촬영하여 3D 모델을 생성할 때, 각 카메라에서 촬영하여 얻은 포인트 클라우드를 하나의 좌표계로 표현되어야 한다. 이것을 위해 카메라 자세 추정이 필요하다.

카메라 자세 추정은 외부 파라미터인 회전행렬과 평행이동 값을 알아야 한다. 그러기 위해서 먼저 내부 파라미터를 구해서 외부 파라미터 값을 계산하게 된다. 이 과정에서 핀홀 카메라 모델을 이용하여 내부 파라미터 값을 추정하기 때문에 오차가 생기게 된다. 이 오차를 보정해 주기 위한 알고리즘이 필요하다.

2. 카메라 위치 추정

카메라 위치 추정을 위해 최적의 외부 파라미터를 찾는 것이 필요하다. 다수의 RGB-D 카메라를 물체의 여러 방향에 설치하고 촬영 전 뎀스 프레임과 컬러 프레임 간의 정렬이 필요하다. 그 후에 외부 파라미터를 사용하기 위해 내부 파라미터를 계산한다. 초기 외부 파라미터를 계산하기 위해서 ArUco 마커가 포함된 체스보드를 촬영한다.

촬영된 컬러 프레임과 openCV 함수를 사용하여 초기 외부 파라미터를 계산한다[1].

앞서 구한 외부 파라미터를 최적화시키기 위해서 뎀스 프레임에서 체스보드 코너의 실제 거리 값을 가져온다. 뎀스 프레임에는 상당한 노이즈가 추가되어 있기 때문에 이 노이즈를 제거하기 위해 뎀스 맵 필터링과 뎀스 프레임에서 촬영된 체스보드의 평탄화

과정을 거치게 된다. 이 과정을 통해 노이즈가 제거된 체스보드 코너 좌표를 획득할 수 있다.

각 카메라들은 렌즈 왜곡 차이가 있다. 이 오차에 의해 촬영된 물체의 뎀스에 오차가 생기게 된다. 따라서 이 것을 보정해주기 위한 스케일링 작업을 거치게 된다.

기준이 되는 카메라에서 얻은 체스보드 코너 좌표와 다른 카메라에서 얻은 체스보드 코너 좌표에 외부 카메라 파라미터를 적용하면 두 카메라에서 얻은 코너의 위치는 모두 일치해야 한다. 하지만 앞서 말한 핀홀모델을 이용함에 따른 오차와 뎀스 프레임 노이즈에 의한 오차 때문에 두 카메라의 코너는 같은 위치에 놓이지 않게 된다. 따라서 이 코너가 같은 위치에 놓이게 하기 위해 외부 파라미터 최적화를 진행한다. 최적화하기 위한 파라미터는 x , y , z 축 회전 각도와 원점 위치의 평행이동 값이다. 두 카메라 간의 좌표차이가 최소화되는 파라미터 값을 얻을 수 있을 때 이터레이션을 마치고 최종 카메라 외부 파라미터를 얻을 수 있다.

그림 1 은 앞서 말한 카메라 자세 추정을 위한 알고리즘에 대한 흐름도이다.

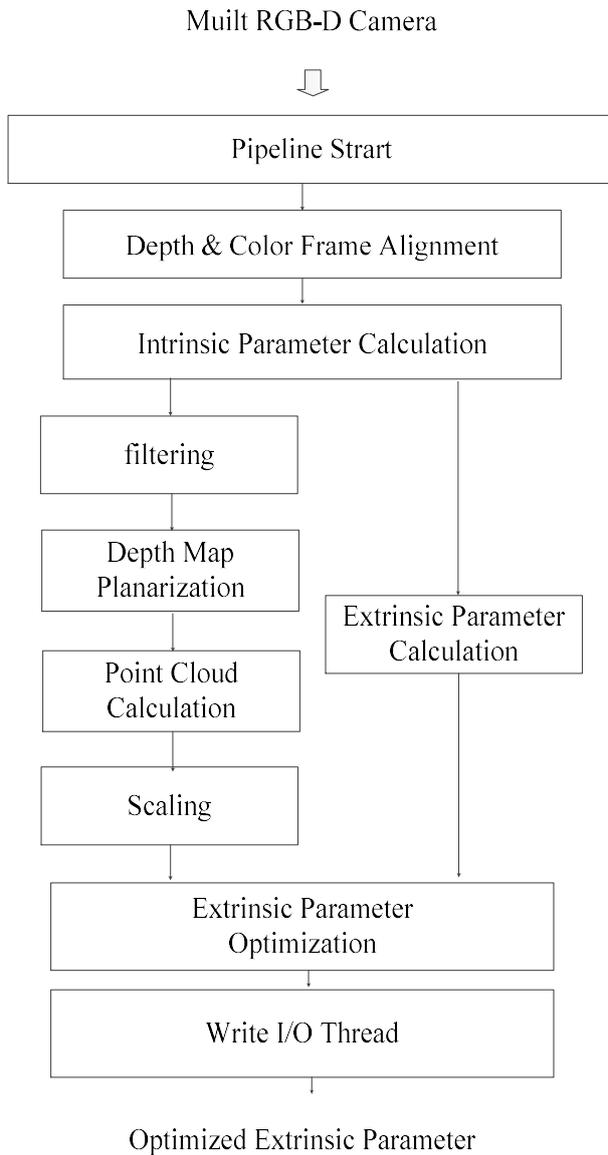


그림 1. 외부 파라미터의 최적화를 위한 흐름도

3. 실험환경

카메라는 realsense435d 모델 두대를 사용했다. 한 대는 지면에서 0.7m 정도 떨어진 높이에 설치되었고 다른 한 대는 같은 위치에서 1m 더 위쪽에 설치하였다.

맵스 값에 threshold 를 걸어 0.1m 에서 2m 내의 물체에 대한 포인트 클라우드를 획득하였다. 맵스 프레임은 spatial 필터로 필터링을 진행했다[2].

4. 실험결과

카메라 두대로 촬영된 포인트 클라우드를 정합했을 때, 최적화 전 후의 정합 차이는 눈으로 확인할 수

있었다.

최적화하기 전의 외부 파라미터를 적용하여 두 카메라의 체스보드 코너 좌표의 거리 차이를 합산했을 때 1.4cm 정도의 차이가 있었는데 최적화시킨 후에는 1mm 정도의 차이를 가졌다.

그림 2 를 보면 최적화 후의 파라미터로 두 카메라의 포인트 클라우드를 정합했을 때 더 좋은 결과가 나온 것을 확인할 수 있다.

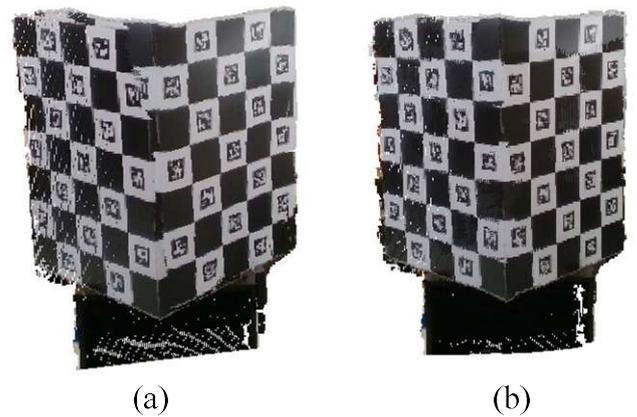


그림2. (a) 최적화 전의 외부 파라미터로 정합한 결과 (b) 최적화 후의 외부 파라미터로 정합한 결과

감사의 글

이 논문은 2019년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임 (S2654860).

참고문헌

[1] Open Source Computer Vision [Internet]. Available : https://docs.opencv.org/3.1.0/df/d4a/tutorial_charuco_detection.html

[2] Lin, Bor-Shing, et al. "Temporal and spatial denoising of depth maps." *Sensors* 15.8 (2015): 18506-18525.