

# 2D 패시브마커 영상을 이용한 3차원 리지드 바디 추적 알고리즘

박병서 · 김동욱 · 서영호\*

광운대학교

## 3D Rigid Body Tracking Algorithm Using 2D Passive Marker Image

Byung-Seo Park · Dong-Wook Kim · Young-Ho Seo\*

Kwangwoon University

E-mail : bspark@kw.ac.kr / dwkim@kw.ac.kr / yhseo@kw.ac.kr

### 요약

본 논문에서는 다수의 모션 캡처 카메라의 2D 패시브마커 영상을 이용한 3차원 공간에서의 리지드 바디(Rigid Body) 추적 방법을 제안한다. 1차로 개별 카메라의 내부 변수를 구하기 위해 체스보드를 이용한 칼리브레이션 과정을 수행하고, 2차 보정 과정에서 3개의 마커가 있는 삼각형 구조물을 모든 카메라가 관찰 가능하도록 움직인 후 프레임별 누적된 데이터를 계산하여 카메라간의 상대적인 위치정보의 보정 및 업데이트를 진행한다. 이 후 각 카메라의 좌표계를 3D월드 좌표계로 변환하는 과정을 통해 3 개 마커의 3차원 좌표를 복원하여 각 마커간 거리를 계산하여 실제 거리와의 차이를 비교한 결과 2mm 이내의 오차를 측정하였다.

### ABSTRACT

In this paper, we propose a rigid body tracking method in 3D space using 2D passive marker images from multiple motion capture cameras. First, a calibration process using a chess board is performed to obtain the internal variables of individual cameras, and in the second calibration process, the triangular structure with three markers is moved so that all cameras can observe it, and then the accumulated data for each frame is calculated. Correction and update of relative position information between cameras. After that, the three-dimensional coordinates of the three markers were restored through the process of converting the coordinate system of each camera into the 3D world coordinate system, the distance between each marker was calculated, and the difference with the actual distance was compared. As a result, an error within an average of 2mm was measured.

### 키워드

Camera Calibration, intrinsic parameter, Extrinsic parameter, Motion Capture, Rigid Body Tracking

### I. 서 론

모션 캡처(motion capture)란 인간뿐만 아니라 동물과 같이 다관절로 구성된 물체의 3차원 자세의 시간에 따른 변화를 측정하는 방법을 의미한다. 모션캡처 시스템은 3D/VR/AR 등의 멀티미디어 컨텐츠 제작 뿐만 아니라 산업, 의료, 스포츠 등 다양한 분야에서 사용되고 있으며 그 영역이 매우 다변화 되어 있다[1].

이러한 모션 캡처 시스템의 종류로는 자기 센서를 이용하는 자기식(magnetic)[2], 기계적 장치를 이용하는(mechanical)[3], 그리고 적외선 카메라와 반

사 재질의 패시브 마커(marker)를 이용하는 광학식[4]이 있다.

카메라 칼리브레이션이란, 3차원 공간상의 점들을 2차원 영상 평면에 투사되어 얻어지는 카메라 영상으로부터 펜홀 카메라 모델의 카메라 파라메터를 추정하는 방식을 의미한다. 본 논문에서는 체스보드를 이용하여 다중 카메라의 내·외부 파라메터를 추정하고 적외선 마커를 이용하여 이를 최적화하여 보정하는 방식을 이용 하였다.

본문은 2장에서 다중 카메라 보정 알고리즘의 설명, 3장 실험 환경, 4장 실험 결과 및 결론으로 구성된다.

\* corresponding author

## II. 다중 모션 캡처 카메라 칼리브레이션 방법

다중 모션 캡처 카메라의 칼리브레이션 방법은 그림 1과 같다. 다중 카메라의 보정을 위해서 우선 각각의 카메라에 대한 초기 내부 파라미터(Intrinsic Parameter)를 추정하기 위해 카메라 보정 과정을 수행하며, 다중 카메라로부터 카메라 보정에 사용할 체스보드 영상을 입력 받는다. 추정된 초기 카메라 내부 파라미터와 각각의 카메라에서 추적된 적외선 마커 정보를 이용하여 초기 카메라 외부 파라미터(Extrinsic Parameter)를 추정한다. 그리고 개별 카메라의 카메라 내부변수와 외부변수를 이용하여 적외선 마커를 3차원 삼각측량 방식을 통해 3차원 좌표로 계산한 뒤 광속조정법(bundle adjustment)를 통하여 카메라 내·외부 파라미터 최적화를 수행하여 다중 카메라를 보정한다. 이 후 적외선 마커의 3차원 삼각측량과 광속조정법을 반복하여 3차원 리지드바디(Rigid Body)추적을 수행한다.

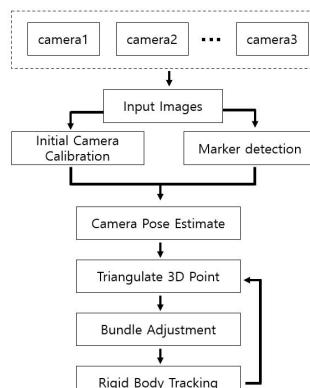


그림 1. 다수의 모션 캡처 카메라 칼리브레이션 및 리지드 바디(Rigid Body) 추정 과정

## III. 실험 환경

다중 카메라의 보정을 위해 4대의 모션 캡처 카메라(Optitrack s250e)를 사용했다. 실험에 사용한 카메라는 850nm의 적외선을 조사하는 LED 링과 적외선 대역통과필터가 장착 되어있다. 832x832의 해상도를 갖고 있으며 최대 250fps의 속도를 지니고 있다. 그림 2는 다중카메라 보정을 위해 실험 환경에 4대의 카메라를 서로 다른 방향에서 한 지점을 지향하도록 설치했다.

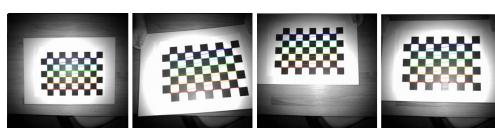


그림 2. 초기파라미터 추정을 위한 체스보드 촬영

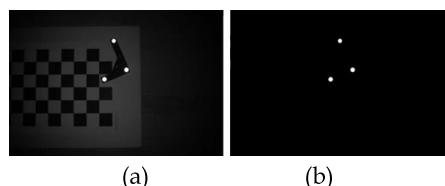


그림 3. (a)적외선 마커 촬영 영상, (b)마커 분할 영상

## IV. 실험 결과 및 결론

리지드 바디 추적 알고리즘의 정확도 측정을 위해 동시에 촬영한 카메라별 250프레임의 적외선 패시브 마커 데이터를 3차원 공간에 복원 하였으나. 각 패시브 마커별 추정 좌표의 유clidean 디스턴스를 계산하여 실제 마커간 거리와의 차를 구하였으며 평균 2mm 이내의 오차를 측정 하였다.

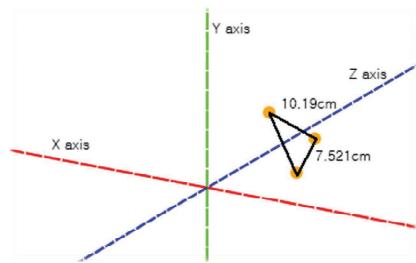


그림 4. 리지드 바디(Rigid Body) 추정 결과

## Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2018R1D1A1B07043220)

## References

- [1] J. Castro, et al, "Design and evaluation of a new three-dimensional motion capture system based on video," *Gait & Posture*, Vol. 24, No. 1, pp. 126-129, Aug. 2006.
- [2] S. Hashi, et al, "Wireless magnetic motion capture system for multi-marker detection," *IEEE transactions on magnetics*, Vol. 42, No. 10, pp. 3279-3281, Oct. 2006.
- [3] T. Jan-Phillip and L. Jorn, "A mobile low-cost motion capture system based on accelerometers," *Lecture notes in computer science*, Vol. 4292, pp. 437-446, Oct. 2006.
- [4] K. CHEN, et al., "MoCap-Solver:A neural solver for optical motion capture data," *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 40, No. 4, pp. 1-11, 2021.