

다시점 카메라 시스템을 이용한 고정밀 스켈레톤 추출 기법

*김경진 **박병서 ***김동욱 ****서영호
광운대학교

*kjkim@kw.ac.kr **bspark@kw.ac.kr ***dwkim@kw.ac.kr ****yhseo@kw.ac.kr

High-precision Skeleton Extraction Method using Multi-view Camera System

*Kyung-Jin Kim **Byung-Seo Park ***Dong-Wook Kim ****Young-Ho Seo
KwangWoon University

요약

본 논문에서는 다시점 카메라 시스템을 통해 실시간의 3D 모델을 획득하여 모션센서와 같은 별도의 기기 없이 해당 모델에 대한 고정밀 스켈레톤 추출 기법에 대해서 제시한다. 다시점 카메라 시스템을 이용하여 생성한 3D 모델을 앞, 뒤, 좌, 우 각 위치에서의 사상 매트릭스로 사상 영상을 생성하고 딥러닝 기술을 이용하여 2D 스켈레톤을 추출한다. 그리고 사상 매트릭스의 역변환 과정을 통해 2D 스켈레톤의 삼차원 좌표를 계산하고 추가적인 후처리를 통해 고정밀 스켈레톤을 획득한다.

1. 서론

최근 3차원 그래픽스 기술과 실사 기술이 혼합된 가상현실(Virtual Reality, VR), 증강현실(Augmented Reality, AR), 혼합현실(Mixed Reality, MR), 그리고 확장현실(Extended Reality, XR) 기술 등이 동시에 발전하고 서로 융합하는 새로운 멀티미디어 시대가 열리고 있다[1]. 본 연구는 VR 혹은 AR컨텐츠 생성을 위한 8대의 RGB-D 카메라시스템을 제작하고 해당 시스템으로부터 실시간의 3D 모델을 획득한다. 그리고 이 데이터의 스켈레톤정보를 획득하는 방법을 제시한다. 일반적으로 3D그래픽 모델링 데이터의 애니메이션은 3D모델링 데이터 스켈레톤의 연결과정을 통해 이루어진다. 주로 사용되는 스켈레톤 정보의 추출은 대상에 모션센서 연결하여 획득하는 방식, RGB-D(depth) 카메라에서 추출 된 영상에 대한 이미지 프로세싱, 딥러닝 네트워크를 이용하여 획득된다.

본 논문에서는 정합된 포인트 클라우드의 정면 측면 후면의 사상 영상을 이용 3D 스켈레톤 추출방법을 제안한다. 스켈레톤은 딥러닝을 이용한 OpenPose 라이브러리를 통해 사상영상의 2D 스켈레톤 정보를 획득한 뒤, 획득된 스켈레톤 정보를 사상의 역변환을 통해 3차원 사상평면 위치로 복원하여 각 평면위의 조인트를 연결하여 교차지점을 통해 추출된다.

2. 스켈레톤 추출방법

본 논문에서 제안하는 3차원 스켈레톤 추출 방식은 먼저 다시점 카메라 시스템을 이용하여 RGB-D 영상을 획득하고 포인트클라우드 생성과 카메라간의 정합을 진행을 통해 체적형 포인트 클라우드를 생성한다

[1]. 그리고 해당모델의 AABB를 생성하여 Box의 옆면에 포인트 클라우드를 사상한다. 그리고 딥러닝 네트워크인 Openpose를 이용하여 사상영상의 2D 스켈레톤을 추출하고 추출된 Joint의 픽셀좌표와 사상 매트릭스를 통해 3D공간상의 사상평면위의 위치를 계산한다. 각 사상평면위의 조인트 위치가 계산되면 일치하는 조인트를 연결했을 때 교차하는 지점을 통해 3D 조인트를 추출한다.

Multiview RGB-D Camera System

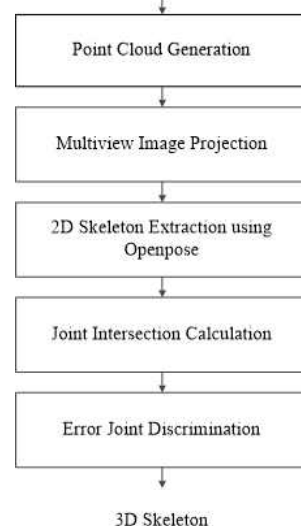


그림 1. 제안하는 3D Skeleton 추출 알고리즘도

그림 2는 3D 모델의 앞, 옆, 뒷면의 사상영상을 Openpose에 넣어 스켈레톤을 추출한 영상이다.

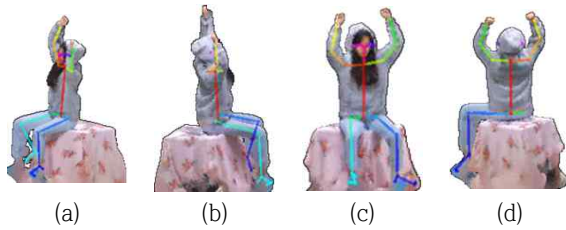


그림 2. 3D 포인트클라우드의 (a) 좌측면, (b) 우측면, (c) 정면, (d) 후면 사상영상의 2D 스켈레톤 추출 영상

2D 조인트에 사상 매트릭스를 이용하여 3차원 좌표로 변환하게 되면 사상평면위의 조인트 위치로 변환된다. 그 다음 공간상의 조인트 위치를 찾기 위해 사상평면위의 조인트에 수직인 직선을 이용하여 정면 또는 후면과 측면의 4개의 교차하는 지점을 찾는다. 그리고 4개의 교차점의 평균값을 최종 공간상의 조인트로 설정한다. 그림 3은 사상평면위의 조인트를 연결하여 오른쪽 손 조인트의 공간상의 위치를 찾는 것에 대한 예시이다.

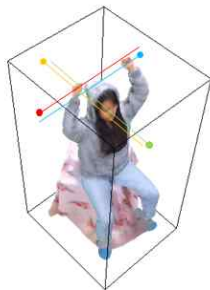


그림 3. 왼쪽 어깨의 3D 조인트 추출에 대한 예시.

그림 2 에서 확인할 수 있는 것처럼 측면은 반대 방향의 팔, 다리 등의 부위의 조인트가 추출이 안되거나 정확도가 낮은 것을 알 수 있고, 후면은 얼굴영역의 조인트가 검출이 안되는 것을 알 수 있다. 따라서 이런 조인트는 제외하고 교차점의 평균치를 구해야한다. 또한 그림 2(a)의 오른쪽 손의 조인트와 같이 어긋난 조인트를 이용하여 3차원 조인트 위치를 찾게 되면 3D 모델 바깥쪽에 조인트가 위치하게 되는데 이것에 대한 보정이 필요하다. 보정은 타겟 조인트의 5cm 내에 위치한 이웃 포인트 클라우드를 이용하여 객체의 중심을 찾아서 해당 위치로 이동하는 방식으로 진행된다. 그림 3(a)는 보정 전의 3D 조인트에 대한 그림이고 그림 3(b)는 보정후의 그림이다.



그림 4. (a) 보정 전의 객체 바깥쪽에 위치한 조인트 (b)보정 후에 객체 내부로 이동한 조인트

3. 실험결과

본 실험에서는 8대의 Microsoft Kinect Azure 8대를 이용하여 포인트 클라우드를 생성하였다. 카메라 8대 중 4대는 물체의 하단부분을 촬영하도록 지면에서 0.7m되는 높이에 설치하고 나머지 4대는 물체의 상단 부분을 촬영할 수 있도록 1.7m 되는 위치에 정면, 좌측, 우측, 후면에 설치하였다. 그림4는 실험에서 사용한 카메라 시스템이다.



그림 5. 실험에 사용한 카메라 시스템

그림 6은 최종 추출된 3D 스켈레톤과 포인트 클라우드에 대한 그림이다. 그림 6을 통해 모든 조인트가 객체안으로 위치한 것을 알 수 있다.

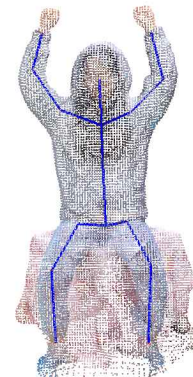


그림 6. 스켈레톤 추출에 사용된 포인트 클라우드와 추출한 3D 스켈레톤

4. 결론

본 실험을 통해 모션센서와 같은 기기를 사용하지 않고 실사기반의 3D 모델로부터 3차원 스켈레톤을 추출하였다. 결과 영상을 통해 2D 스켈레톤 추출의 오차를 후처리를 통해 보정하여 3D 스켈레톤이 객체 내부에 위치하게 한 것을 볼 수 있다. 이렇게 추출된 스켈레톤 정보는 3D 데이터의 분류, 압축, 전송, 애니메이션 등의 다양한 기능 구현에 있어 핵심적인 역할을 수행 할 수 있다.

Acknowledgement

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2020-0-00192, 유니버설 혼합현실 서비스를 위한 AR Cloud 기반 오픈 Anchor 개발)

References

- [1] 김경진, et al. "체적형 객체 촬영을 위한 RGB-D 카메라 기반의 포인트 클라우드 정합 알고리즘." 방송공학회논문지 24.5 (2019): 765-774.
- [2] 박병서, 김경진, and 서영호. "3 차원 포인트 클라우드 기반의 동적 3D 모델 생성을 위한 뼈대 추출 기술." 한국방송미디어공학회 학술 발표대회 논문집 (2019): 238-239