

HMD-립모션 위치 캘리브레이션을 위한 영상처리 기법

박산, 조성재, 장현준, 성연식, 조경은*
동국대학교 멀티미디어공학과
*e-mail: cke@dongguk.edu

An Image Processing based Method for HMD-Leap Motion Position Calibration

San Park, Seungjae Cho, Hyeonjun Jang, Yunsick Sung, Kyungeun Cho*
Department of Multimedia Engineering, Dongguk University-Seoul

요 약

립모션(Leap Motion)은 가상현실 환경의 상호작용 장치로 각광받는 기기이다. 이에 따라 가상현실 출력장치인 HMD에 립모션을 부착해 사용하는 콘텐츠가 늘고 있다. 하지만, 립모션이 HMD상의 부착된 위치가 매번 다르기 때문에, 립모션의 손가락 감지범위와 HMD의 출력 범위가 서로 다르다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 번들 조정 알고리즘을 이용해 HMD와 립모션의 상대위치를 추정하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법을 통해 HMD와 립모션을 부착해 이용하는 콘텐츠에 전처리기로 활용할 수 있을 전망이다.

1. 서론

최근 동작 인식 센서와 가상 현실 기기의 개발로 가상 현실에서 동작 인식 센서를 사용하는 기술에 대한 연구가 진행되었다. 그 중, 동작 인식 센서인 립모션과 가상현실 출력 장치인 HMD를 부착해 사용하는 기술은 사용자 하여금 가상현실 세계에서 사용자의 손을 이용해 상호작용하기 때문에 몰입감이 뛰어나다. 하지만, HMD에 립모션을 부착하는 위치가 립모션을 부착할 때 마다 다르기 때문에, 립모션의 감지 위치와 HMD의 출력 위치가 다르다. 따라서, HMD에 출력되는 사용자의 가상 손가락의 위치가 립모션의 감지 위치와 맞지 않게 된다. 본 논문에서는 립모션이 부착된 HMD를 사용할 때, 립모션과 HMD의 원점 위치를 파악하기 위해 번들 조정 알고리즘[1]을 사용하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 적외선 센서인 키넥트를 이용해 립모션과 HMD의 영상을 다수 개 촬영해서 번들 조정 알고리즘으로 3차원 점군을 추정한 후, HMD와 립모션의 3차원 점군을 블랍 추정기로 파악해 각 기기의 원점 위치를 도출한다. HMD 전면에 임의의 위치로 립모션을 부착하고 이를 실측한 후, 제안한 기법으로 제작한 프로그램이 실측값과의 차이를 계산하여 제안하는 방법의 성능을 판단한다.

2. 관련 연구

동작 인식 센서는 사용자의 손 동작을 인식해 상호작용하므로, 기존의 입력장치보다 자연스러운 상호작용이 가능하다. 따라서, 동작 인식 센서를 가상

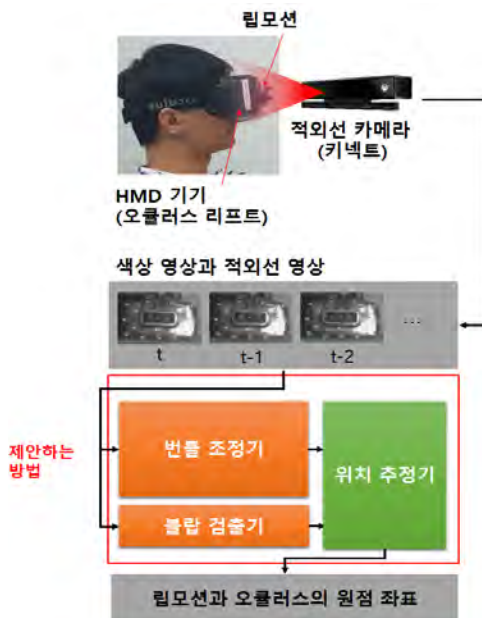
현실 환경에서 사용하는 여러 콘텐츠가 등장하였다 [2]. 하지만, 동작 인식 센서와 HMD를 부착하여 사용하면 각 기기간 작용 범위가 서로 다르다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 HMD에 동작 인식 센서를 부착한 기기를 제작해 작용범위를 맞춰주는 방법[3]이 제안되었다. 이런 방법은 제작된 기기의 출력 화면의 출력 범위와 동작 인식 센서의 감지 범위의 차이가 같기 때문에 한번의 캘리브레이션으로도 범위를 맞출 수 있다. 하지만, 기기를 제작하는 비용이 크며, 모든 HMD와 동작 인식 센서를 적용할 수 없다는 단점이 있다. 동작 인식 센서중 하나인 립모션을 HMD에 부착하여 사용할 때 사용자가 HMD에 출력된 손가락 위치와 사용자의 손가락 위치를 맞춰주는 방식으로 한 캘리브레이션 방법을 제안하였다[4]. 이런 방법은 사용자의 특성에 따라 성능이 달라지며, 새로운 사용자는 기기를 사용할 때 마다 캘리브레이션해야 한다는 단점이 있다. 본 논문에서 제안하는 방법은 적외선 센서인 키넥트를 이용해 HMD와 HMD에 부착된 립모션의 영상을 촬영해 캘리브레이션을 진행하므로, 한번의 캘리브레이션으로 모든 사용자가 이용할 수 있고, 여러 HMD 기기와 동작 인식 센서를 적용할 수 있다는 점에서 범용적이다.

3. 번들 조정 및 균집화 기법 기반 캘리브레이션

제안하는 시스템은 다음과 같이 진행된다. 먼저, 키넥트를 이용해 HMD와 립모션을 촬영하고, 획득된 색상 영상을 이용해 번들 조정기에서 3차원 점군으로 근사한다. 3차원 점군을 통해 HMD와 립모션의 영상 픽셀의 3차원 공간 좌표가 추정된다. 블랍 추정기에서는 색상 영상과 같은 시간에 촬영된 립모션과 HMD의 적외선 영상을 이용해 립모션과 HMD의 적외선 전구에 해당하는 픽셀들을 균집화한다. 적외선 전구는 원 모양의 균집 형태를 띤다. 생성된 균집 중에 그 직경이 큰 3개의 균집을 립모션의 균집으로 찾고 나머지를 HMD의 균집으로 찾는다. 찾아지는 모든 균집의 3차원 위치를 번들 조정기에서 얻어진 3차원 점군으로 매칭하여 각 기기의 적외선 전구 균집의 3차원 위치를 추정한다. 결과적으로, 기기 특성에 맞게 원점 위치를 구할 수 있다. (그림 1)은 제안한 시스템의 개요도이다.



(그림 2) 실험에 쓰인 HMD와 립모션



(그림 1) 시스템 개요도

4. 실험

본 실험에서는 HMD의 전면부에 부착된 립모션의 위치를 임의로 조정하여 실측한 HMD와 립모션의 원점 위치 차이를 실험의 대조군으로 설정하고, 제안한 기법으로 제작한 프로그램으로 얻어지는 HMD와 립모션의 원점 위치 차이를 실험군으로 설정하여 그 차이를 이용해 제안한 기법의 성능을 평가한다. 실험은 총 10회 진행되었으며, 결과 값은 10회의 평균치를 나타낸다. (그림 2)는 실험에 사용된 HMD와 립모션의 위치에 부착된 립모션의 모습이다. 본 실험의 결과로 HMD와 립모션의 위치 차이를 측정할 오차 거리의 평균이 약 0.7cm였으며, 오차율로 환산한 값은 약 18%가 산출되었다.

5. 결론

본 논문에서는 립모션이 부착된 HMD를 사용할 때 각각의 작용 범위를 캘리브레이션 하기 위해 번들 조정 알고리즘을 이용한 방법을 제안하였다. 그 결과로 18%의 오차율을 갖는 결과치를 산출할 수 있었다.

제안하는 방법을 이용하면 HMD와 립모션을 부착해 이용하는 사용자 콘텐츠의 전처리기로 활용할 수 있을 전망이다.

Acknowledgements

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2017-2013-0-00684).

참고문헌

- [1] B. Triggs, P. Mclauchlan, R. Hartley, A. Fitzgibbon. "Bundle Adjustment- A Modern Synthesis", Lecture Notes in Computer Science, doi: [10.1007/3-540-44480-721], Vision Algorithms: Theory and Practice, 1883, Springer-Verlag, pp.298 - 372, 2000
- [2] H. Regenbrecht, J. Collins, S. Hoermann, "A Leap-supported, hybrid AR interface approach", Proc. of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conf(OzCHI'13): Augmentation, Application, Innovation, Collaboration Adelaide, Australia, 25-29 Nov, 2013, pp.281-284, doi: [10.1145/2541016.2541053]
- [3] A. Colaco, "Sensor Design and Interaction Techniques for Gestural Input to Smart Glasses and Mobile Devices", Proc. of the adjunct publication of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology(UIST'13), St. Andrews, UK, 8-11 Oct, 2013, pp.49-52, doi: [10.1145/2508468.2508474]
- [4] K. R. Moser, J. E. Swan II, "Evaluation of Hand and Stylus Based Calibration for Optical See-Through Head-Mounted Displays Using Leap Motion", Proc. of IEEE Virtual Reality (VR), Greenville, SC, USA, 13-23 March, 2016, doi: [10.1109/VR.2016.7504739]