

깊이 영상을 사용한 실내 인공암벽에서의 등반자 영역 검출

정다니엘, 고일주
숭실대학교 스포츠 IT 융합학과
e-mail : {danielc, andy}@ssu.ac.kr

A Climber's Area Detection Method in Indoor Climbing Environment Using Depth Data

Daniel Chung, Ilju Ko
Dept. of Sports Information Technology, Soongsil University

요약

최근 스포츠와 ICT 기술의 융합으로 스크린 스포츠라는 분야가 등장하였고, 스포츠 클라이밍도 스크린 스포츠로 구현하려는 시도가 이루어지고 있다. 이를 위해서는 실내 인공암벽에서 등반자의 모습을 추적해야 하는데, 이에 앞서 사람의 영역을 검출할 필요가 있다. 사람의 영역을 검출하는 데에는 키넥트를 이용하는데, 스켈레톤 정보와 영상 정보를 이용할 수 있다. 본 논문에서는 깊이 영상을 사용하여 등반자의 영역을 검출하는 방법을 제시한다. 실내 인공암벽 환경에서는 등반자 이외에 주변환경의 변화가 없으므로 등반자의 영역 검출을 위해 차영상을 적용한다.

1. 서론

스포츠 클라이밍은 야외 암벽 등반을 실내에서 안전하게 즐길 수 있도록 현대화한 스포츠이다. 경제 발전과 생활수준 향상으로 인해 스포츠를 즐기려는 수요가 증가하여 어디서나 편하게 스포츠를 즐기려는 욕구가 발생함에 따라 스포츠와 ICT 기술을 융합한 가상 스포츠 기술이 발전하였으며, 이러한 과정에서 스크린 스포츠라는 새로운 분야를 창출하게 되었다. 스크린 스포츠는 컴퓨터 시스템이 제공하는 가상 현실을 통하여 스포츠를 즐길 수 있도록 하는 것으로 골프, 야구 등 접근성이 떨어지는 종목들을 대상으로 한다. 스포츠 클라이밍의 경우에도 최근에 수요가 증가하고 실내 암장의 숫자가 급속도로 증가하는 추세가 이어져 스크린 스포츠를 접목시키려고 하고 있다. 이렇게 스포츠 클라이밍을 스크린 스포츠화하는 것을 스크린 클라이밍이라고 한다[1].

스크린 클라이밍 시스템을 구현하기 위해서는 실내 인공암벽에서의 사람의 움직임을 추적해야 하는데, 이에 앞서 등반자의 모습을 정확하게 파악할 필요가 있다. 실내 인공암벽에서 등반자의 모습을 알아내는데에는 키넥트가 주로 사용된다. 키넥트에서 사람의 모습은 신체의 주요 관절 정보를 가진 스켈레톤 정보와 사람의 모습이 담겨있는 영상을 이용해 알 수 있다. 스켈레톤 정보로는 인체 주요부의 관절의 위치 정보와 손이나 발의 대략적인 정보를 알 수 있으나, 실내 인공암벽에서의 등반 시에는 온전하게 등반자의 영역을 파악하기 어렵다. 그 이유는 실내 인공암벽에서의 등반 환경은 일반적인 키넥트 사용 환경과

다르기 때문이다. 인공암벽 혹은 홀드에 손이나 발이 붙어있으면 키넥트에서 손이나 발 부위를 배경으로 인식한다. 이 경우 손이나 발 부위가 잘리게 되어 스켈레톤 상에서 손이나 발에 대한 정보를 올바르게 표시하지 못한다. 이러한 이유로 스켈레톤 정보만 이용해서 인공암벽에서의 등반자의 영역을 검출하는데에는 한계가 있다. 영상 정보에는 칼라, 깊이, 적외선 영상이 있다. 칼라 영상은 일반 카메라와 동일하게 가시광선 영역의 빛을 감지해 표시해 주는 것으로, 배경의 색상과 등반자의 색상 배치에 민감하여 인공암벽에서 등반할 때 상황에 관계없이 사용하기가 어렵다. 적외선 영상은 키넥트와 물체 사이의 거리가 가까울수록 밝아지고, 멀 수록 어둡게 표현된다. 발광체나 조명 등 주변 환경의 영향을 거의 받지 않지만, 원거리 물체에 대한 식별이 어려워서 인공암벽에서의 등반 시에 사용하기 어렵다. 깊이 영상은 키넥트로부터 물체까지 거리를 깊이 값으로 정의하여 보여주는데, 그 값이 주변 환경의 영향에 관계없이 거의 일정하여 인공암벽에서 등반 시 사용하는 영상 정보로는 사용하기 적합하다.

따라서 본 논문에서는 실내 인공암벽에서 등반하는 상황에서 키넥트를 사용할 때 발생하는 문제점을 극복하고 실내 인공암벽에서 등반하는 사람의 모습을 추출하는 방법을 기술하고자 한다.

2. 관련 연구

키넥트에서 사람의 영역을 뽑아내는 방법에는 칼라영상에 대한 영상처리를 이용한 것과 키넥트

SDK에서 제공해주는 스켈레톤 정보를 이용한 것이다.

깊이 세분화 기법을 이용하여 움직이는 사람 영역을 검출하는 방법[2]에서는 입력 영상에서 사람의 평균적 깊이 값을 참조하여 사람 영역 후보군을 추출한 다음 움직이는 사람 영역의 윤곽선을 검출한 후 이를 이용해 잡음 제거 후보 영역을 설정하였다. 그 다음 해당 영역에서 잡음을 제거한 후 사람 영역 후보군과 합치는 과정을 거쳐 최종적으로 움직이는 사람의 영역을 검출하였다. 그러나 이 방법에서는 칼라영상만을 대상으로 영상처리를 하였으며, 깊이 정보는 스켈레톤 상의 인체의 중심점과 사람의 평균 깊이 범위만을 사용하였다.

두 대의 키넥트를 이용하여 실시간으로 스켈레톤을 추적하고 보정하는 방법[3]에서는 키넥트 한 대로는 스켈레톤 정보를 정확하게 얻기 어렵다고 지적하였다. 그 대신 두 대의 키넥트를 이용하여 초기 설정에서 얻은 스켈레톤에서의 각 관절 사이의 거리정보와 각 키넥트에서 얻은 스켈레톤 내 각 관절 위치 정보의 신뢰도에 따른 가중치를 이용하는 방식을 이용하여 스켈레톤을 보다 안정된 형태로 추출하는 방식을 사용하였다. 하지만 키넥트에서 제공한 스켈레톤 정보만을 이용하여 보정하는 방식이어서 처음부터 스켈레톤 정보가 크게 왜곡된 상황에서는 정확도가 떨어져 스켈레톤으로부터 사람의 영역을 알아내는 데 한계가 있다.

3. 깊이 영상을 이용한 등반자 영역 검출

깊이 영상에서 사람의 영역을 인식하기 위해서는 그림 1의 과정을 거친다. 그림 1에서는 인공암벽 환경에서 배경 영상을 추출한 뒤 등반하기 직전 배경 영상에 대한 차영상과 등반하는 사람이 있는 상황에 대한 차영상을 구하고 이들을 이용하여 어떻게 등반자의 영역을 추출하는지 보여준다.

등반자의 영역을 검출하기 위해서는 키넥트에서 제공하는 깊이 값 데이터를 가져와야 하는데, 본 논문에서 사용한 키넥트 v2에서는 512x424 크기의 16비트 단일 채널 프레임을 30Hz의 재생빈도로 깊이 영상 데이터를 제공한다[4]. 위의 깊이 값 데이터로 등반자의 영역을 추출하기 위해서는 실내 암벽을 포함하는 배경 이미지와 등반자가 있는 상황에서의 실내 암벽 이미지가 필요하다. 등반자의 영역은 등반자가 있는 상황에서 배경을 뺀 차영상으로 알 수 있는데 실내 암벽에서는 등반자의 영역 이외에는 배경과 모습이 같기 때문이다. 배경 이미지는 등반 상황 이전에 저장하며, 등반자가 있는 상황 이미지는 깊이 센서에서 제공하는 것을 실시간으로 이용한다.

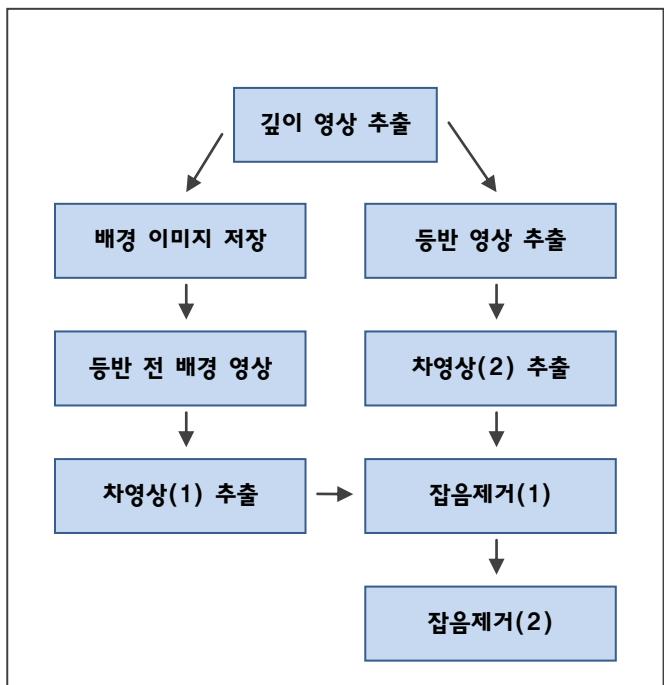


그림 1. 등반자 영역 검출 과정

이렇게 구한 차영상에는 잡음이 많은데, 이는 깊이 영상의 특정 화소에서의 깊이 값이 매 프레임마다 불규칙하게 변하기 때문이다. 따라서 차영상에서 등반자의 영역이 아닌 배경의 특정 영역에서의 값은 0이 아닌 잡음 값을 가진다. 이로 인하여 암벽에 붙어있는 손이나 발과 같이 깊이 차이가 적은 영역은 차영상으로 알아내기 어렵다.

위의 잡음을 제거하기 위해서 다음의 두 과정을 거친다. 첫째, 이미 저장해 놓은 배경 이미지를 불러들이고 사람이 등반하기 직전의 배경 이미지와의 차영상을 구한다. 이렇게 구한 차영상에는 깊이값의 불규칙한 변화로 인한 잡음이 나타나게 된다. 둘째, 이렇게 구한 차영상을 기준에 구한 차영상에서 뺀다. 이렇게 되면 기준의 차영상에서 잡음 성분을 빼는 것이므로 잡음이 줄어들어 등반자의 영역이 뚜렷하게 나타나게 된다.

이렇게 잡음을 제거해도 잔존하는 잡음이 있을 수 있으므로, 추가적인 잡음 제거를 위해 모폴로지 연산을 적용하고, 등반자의 영역을 검출하기 위해 흑백으로 이진화하는 과정을 거치게 된다. 모폴로지 연산에는 침식과 팽창 두 종류가 있다. 침식 연산을 통해서 잔존하는 잡음을 제거하고, 팽창 연산을 통하여 등반자의 영역이 뚜렷하게 보이도록 부풀리는 과정을 거친다.

4. 실험 결과

본 연구에서 사용한 시스템은 다음과 같다. 실험 프로그램은 Kinect SDK 2.0과 OpenCV 3.0.0을 사용하여 비주얼스튜디오 2013에서 C++로 작성되었다. 실험프로그램은 Microsoft Kinect v2 for XBOX360이 연결된 Windows 8.1 기반의 PC에서 실행되었다. 실험

프로그램을 통해 등반자의 영역을 추출한 결과는 그림 2 와 같다. (1)은 깊이 영상을 눈으로 보기 위해 흑백영상으로 변환한 것이며, 실제로 사용한 배경 깊이 영상은 (2), 등반 직전 추가로 획득한 배경 깊이 영상은 (3)과 같다. (2)와 (3) 간의 차영상을 구하면 (4)와 같이 되는데, 깊이 영상의 불규칙성이 어느 정도 있음을 알 수 있다. (5)는 등반 실황 영상을 보여주는 것이며, 여기에서 배경 영상을 뺀 차영상은 (6)과 같이 나타난다. 여기서 불규칙한 잡음 성분을 제거한 것이 (7)이 되며, 모폴로지 연산을 적용하여 나타난 최종 결과가 (8)이다.



그림 2. 등반자 영역 추출 결과

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 키넥트의 깊이 영상을 이용하여 실내 인공암벽에서 등반하는 사람의 영역을 추출하는 방법을 제시하였다. 등반자의 영역을 검출하기 위해서 등반자가 있는 상황에서 배경을 뺀 차영상을 사용하였으며, 깊이 영상에서 발생하는 불규칙한 잡음을 줄이기 위해 등반 직전 상황의 배경영상에서 처음에 저장한 배경 이미지의 차영상을 구하였으며 이를 등반자가 있는 상황에서 배경을 뺀 차영상에서 빼서 잡음 성분을 제거하였다. 그리고 추가적인 잡음 제거와 뚜렷한 사람영역 검출을 위해 모폴로지 연산을 사용하였다. 본 논문에서 제시한 방법을 이용하여 Kinect v2 가 연결된 Windows 8.1 기반의 PC 에서 실험하였다. 이렇게 추출한 등반자의 영역은 스크린 클라이밍 게임 제작에 사용될 수 있는데, 게임에서 출현하는 아이템 위치에 사람이 닿았는지 여부를 등반자의 영역을 가지고 판단할 수 있기 때문이다[5].

앞으로 다양한 스크린 클라이밍 컨텐츠 제작을 위해 본 논문에서 제시한 등반자 영역 검출 방법 뿐만 아니라, 스켈레톤 정보를 추가로 이용하여 등반자를 추적하기 위한 연구가 필요하다. 이를 이용하면 손과 발이 디딘 홀드 위치를 알 수 있다. 이렇게 알아낸 홀드 위치 정보는 등반 경로 추적[6]과 등반 자세 추출[7] 등 스포츠 클라이밍 학습과 관련된

요소에 적용할 수 있으며, 스크린 클라이밍 시스템 제작에 반영할 수 있다.

참고문헌

- [1] 김정수, 송민우, 고일주, 박진호, “스크린 클라이밍을 위한 인터랙티브 인공암벽의 구현”, 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, 2015년 6월
- [2] 어재윤, 이상걸, 김철기, 차의영, “깊이 세분화 기법을 이용한 움직이는 사람 영역 검출”, 한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제 20 권 제 2 호, 2012년 7월
- [3] Kwok-Yun Yeung, Tsz-Ho Kwok, Charlie C. L. Wang, “Improved Skeleton Tracking by Duplex Kinects: A Practical Approach for Real-Time Applications”, Journal of Computing and Information Science in Engineering, Vol. 13, Issue 4, Oct. 16, 2013
- [4] <https://dev.windows.com/en-us/kinect/hardware>
- [5] 정다니엘, 김정수, 송민우, 성보경, 전석, 고일주, “어린이를 위한 스크린 클라이밍 게임 구현”, 한국정보과학회 동계학술대회 논문집, 2015년 12월
- [6] Raine Kajastila, Perttu Hämäläinen, “Augmented Climbing: Interacting With Projected Graphics on a Climbing Wall”, CHI 2014, Toronto, ON, Canada, 2014
- [7] K. Cha, E. Lee, M. Heo et al., “Analysis of Climbing Postures and Movements in Sport Climbing for Realistic 3D Climbing Animations”, 7th Asia-Pacific Congress on Sports Technology, APCST 2015, 2015