

광흐름을 이용한 normalized cut 분할 영상에서의 2차원 영상의 3차원 영상 변환법

Converting method of 2D movie to 3D movie in normalized cut segmentation using optical flow

정재현*, 박길배, 김주환, 강진모, 이병호
서울대학교 전기공학부
byoungcho@snu.ac.kr

최근 평면 디스플레이의 급속한 발달로 인해 3차원 디스플레이는 차세대 디스플레이로 각광받고 있다. 하지만 2차원 디스플레이 시장에서 3차원 디스플레이가 대중적으로 보급되는 동안 2차원 콘텐츠와 3차원 콘텐츠가 공존하는 시기가 필요하고, 기존의 2차원 콘텐츠를 3차원으로 변환하여 활용하는 방법이 필요하다. 본 연구에서는 2차원 동영상을 normalized cut⁽¹⁾과 watershed 알고리즘⁽²⁾을 이용하여 영상분할하고, 분할된 영상과 동영상의 광흐름⁽³⁾을 이용하여 2차원 영상을 3차원 영상으로 변환하는 방법을 제안한다. 2차원 영상의 3차원 영상 변환법은 그림 1과 같은 순서로 진행된다. 그림 2와 같이 일반적인 2차원 영상에서 연속적인 2개 프레임의 영상을 이용하여 두 영상 사이의 차이를 구해내고, 이를 이용하여 광흐름을 구해낸다. 광흐름은 연속되는 2개의 영상에서 동일한 광정보를 가지는 픽셀의 흐름을 나타내는 알고리즘으로 동일한 광흐름을 가지는 영역을 동일 객체로 판별할 수 있는 근거를 제시한다. 이와 별개로, 입력된 2개의 영상을 각각 공간적 미분 연산하여 gradient map을 구하면 그림 3(a)와 같이 표현되고, 이들을 이용하여 watershed 알고리즘을 적용하면, 그림 3(b)와 같이 영상의 밝기 차이에 따라 작은 크기의 영상들로 분할할 수 있다. 이 과정을 거쳐 생성된 작은 분할 이미지 단위로 normalized cut을 수행하면, 픽셀단위의 normalized cut에 비해 2배 이상 빠른 속도로 영상분할을 할 수 있게 된다. 따라서 watershed 알고리즘을 통해 생성된 작은 분할 이미지들 각각의 평균 밝기와 거리 정보, 광흐름의 크기를 이용하여 그래프를 구성한 후 normalized cut을 수행하면, 그림 4와 같이 객체별로 영상이 분할된다.

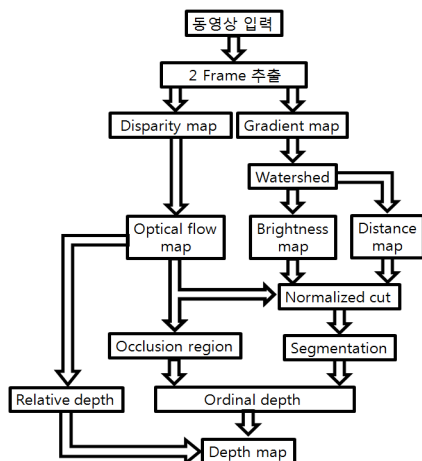


그림 1. 2차원 동영상의 3차원 변환법

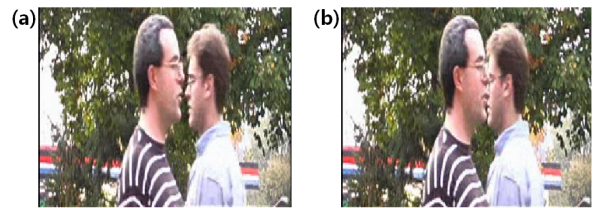


그림 2. 2D 동영상 입력: (a) frame 1, (b) frame 2

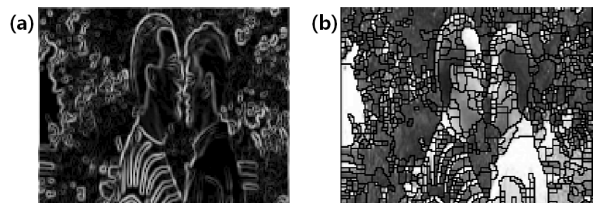


그림 3. Pre-processing of normalized cut: (a) gradient map, (b) watershed

앞서 구해진 광흐름을 각각 첫 번째 프레임 영상에서 두 번째 프레임 영상으로 진행하는 경우(U_{12})와, 반대의 순서로 진행하는 경우(U_{21})에 대해서 구하면 그림 5(a), 그림 5(b)와 같다. 이 광흐름들의 절대값의 차이를 구해 양의 값만을 취하면, 그림 5(c)와 같이 첫 번째 프레임에서는 보이지만, 두 번째 프레임에서는 보이지 않는 가려진 영역⁽⁴⁾을 찾아낼 수 있다. 이를 바탕으로 앞서 분할된 객체의 전후를 판별하여 객체들의 깊이 순서를 구해보면 그림 6(a)와 같다. 이렇게 구해진 객체의 깊이는 순서적인 정보만을 가지므로, 보다 정확한 상대적인 깊이 정보를 구하기 위해 광흐름의 크기를 사용한다. 광흐름의 크기를 절대값으로 비교해 보면, 광흐름의 크기가 큰 객체는 보다 빨리 움직이므로 앞쪽에 위치해 있다고 볼 수 있고, 광흐름의 크기가 작은 객체는 보다 느리게 움직이므로 뒤편에 있다고 가정할 수 있다. 단, 광흐름의 크기를 통한 상대적인 깊이의 추출은 순서적인 깊이 정보보다 우선하지는 않는다. 따라서 기존의 순서적 깊이와 상대적 깊이를 곱하면, 그림 6(b)와 같이 객체간의 깊이 정보를 추측하여 복원할 수 있다.

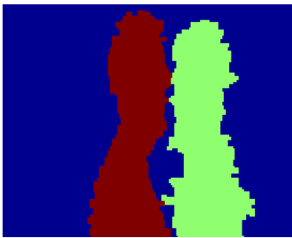


그림 4. Segmentation

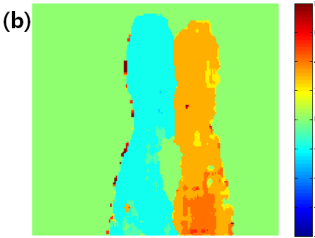
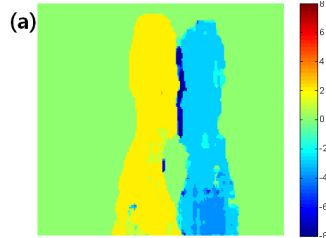


그림 5. Optical flow: (a) optical flow U_{12} , (b) optical flow U_{21} , (c) occlusion region

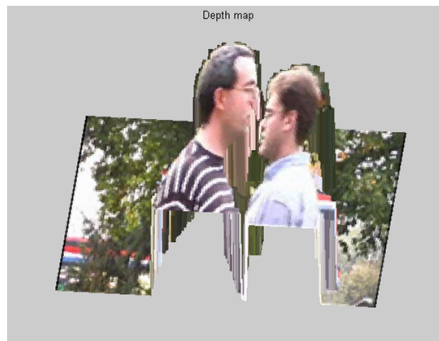
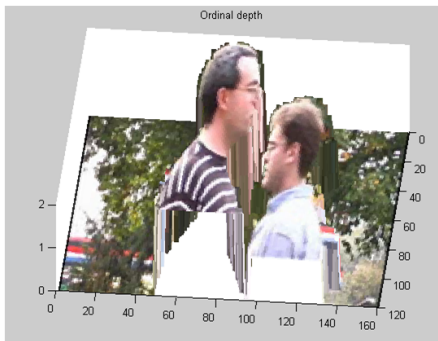


그림 6. Depth map: (a) ordinal depth, (b) reconstructed depth map

* 본 연구는 삼성 SDI 의 지원에 의해 이루어졌습니다.

참고문헌

1. J. Shi and J. Malik, "Normalized cuts and image segmentation," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 8, pp. 888–905, 2000.
2. L. Vincent and P. Soille, "Watersheds in digital spaces: an efficient algorithm based on immersion simulations," IEEE Transactions of Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 13, no. 6, pp. 583–598, 1991.
3. B. K. P. Horn and B. G. Schunck, "Determining optical flow," Artificial Intelligence, vol. 17, pp. 185–204, 1981.
4. A. S. Ogale, C. Fermüller, and Y. Aloimonos, "Motion segmentation using occlusions," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 27, no. 6, pp. 988–992, 2005.