

# 색상영상과깊이지도를이용한그래프기반영상분할방법

신인용, 호요성

광주과학기술원

{siy0808, hoyo}@gist.ac.kr

## Graph-based Image Segmentation using Color and Depth Images

In-Yong Shin, Yo-Sung Ho

Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

### 요약

본 논문에서는 색상 영상과 깊이 지도를 이용하여 그래프 기반으로 영상을 분할하는 방법을 제안한다. 기존의 색상 영상 분할 방법은 주변 화소의 색상 차이만 고려하여 영상을 분할하게 되는데, 그 결과 주변의 비슷한 색상을 갖는 화소들은 하나의 영역으로 묶이게 된다. 하지만 이 방법은 전경과 배경의 색상이 비슷한 경우 두 영역이 동일한 영역으로 인식되는 오류를 범하게 된다. 본 논문에서는 인접한 화소가 비슷한 색상을 갖더라도 3차원 상으로 거리가 떨어진 영역들을 분리하기 위하여 색상 영상에 깊이 지도를 추가적으로 사용하여 영상을 분리하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법을 통하여 유사한 색상을 갖는 이웃한 전경과 배경의 경우라도 그 경계가 잘 분리되는 결과를 얻을 수 있다.

### I. 서론

영상 분할이란 주어진 영상을 서로 비슷한 성질을 갖는 영역으로 나누는 과정을 말하며, 컴퓨터 비전 분야에 있어서 중요한 연구 분야이다. 영상 분할의 목적은 영상의 표현을 좀 더 의미 있고 해석하기 쉬운 것으로 단순화 하거나 변환하는 것이며, 특히 영상 분할은 영상에서 물체와 경계선을 찾는 데 주로 사용된다. 지금까지 다양한 영상 분할 방법이 각 응용분야의 목적에 따라 연구되어 왔다.

영상의 색상 정보를 이용한 영상 분할의 경우, 주변 화소의 유사도를 고려하여 비슷한 색상을 갖는 영역들로 분할을 하게 된다. 이러한 색상 영상 기반 영상 분할 방법은 동일한 물체는 비슷한 색상 값을 갖는다는 성질을 이용하여 물체 인식, 영상 분할 기반 깊이 지도 추정 등에 사용된다. 하지만 그림1과 같이 전경과 배경이 모두 비슷한 색상을 갖는 경우, 전경과 배경의 경계가 모호해지고, 동일한 영역으로 묶이는 경우가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 전경과 배경의 색상이 조금이라도 차이가 있는 경우에는, 색상 영상을 분할하는 과정에서 화소 값이 비슷한 정도를 좀 더 엄격하게 판단하여 전경과 배경의 분리가 가능하다. 이렇게 분할된 영상은 전경과 배경이 분리가 되더라도 화소 값의 유사성을 엄격하게 판단하였기 때문에 영역이 작고 복잡하게 분할되는 단점이 있다.

본 논문에서는 영상을 분할할 때 색상 정보뿐만 아니라 색상 영상에 대응하는 깊이 지도를 이용한다. 또한 영상 분할을 위해 그래프 기반 영상 분할 방법을 사용한다. 제안하는 방법에서 그래프를 설계할 때, 정점을 잇는 에지의 가중치를 색상

정보와 깊이 정보를 동시에 고려하도록 설정한다. 그 결과 제안하는 방법을 통해서 주변 화소의 색상 값이 유사하더라도 깊이 정보의 차이가 존재하는 경우 이를 분할 할 수 있다.



(a) 색상 영상 (b) 분할된 영역  
그림 1. 색상 값을 이용한 영역 분할 결과

### II. 본론

#### 2.1 그래프 기반 영상 분할 알고리즘

영상 분할을 위하여 그래프 기반의 분할방법을 사용하는데, 먼저 그래프  $G=(V, E)$ 를 생성한다.  $V$ 는 분할될 각각의 화소에 해당하는 정점(Vertex)들의 집합이고  $E$ 는 이웃하는 두 정점들을 연결하는 에지집합이다. 그리고 각각의 에지는 그에 상응하는 가중치  $w((v_i, v_j))$ 를 갖는데 이것은 에지에 연결된 정점간의 비유사도(dissimilarity)를 의미한다[1].

유사한 특성을 갖는 정점간의 에지는 살리고 유사도가 떨어지는 정점간의 에지는 잘라내면 새로운 그래프  $G'=(V, E')$ 가 생성된다. 이때  $E'$ 에 의하여 끊이지 않고 연결된 정점의 집합들이 각각의 분할 영역이 된다. 따라서 동일 영역으로 구분되

는 정점간의 가중치는 상대적으로 작은 값을 가지고, 특성이 다른 영역 사이에 위치한 정점을 연결할 때 상대적으로 큰 값을 갖게 된다.

정점 간의 분할 유무를 결정하기 위하여 두 요소마다 비교하는 쌍대비교(pair-wise comparison)방법이 이용된다.

$$id(C) = \max_{v_i \in MST(C,E)} w(e) \quad (1)$$

$$dif(C_1, C_2) = \min_{v_i \in C_1, v_j \in C_2, (v_i, v_j) \in E} w((v_i, v_j)) \quad (2)$$

식 (1)은 내부 차이 값으로 동일 특성을 갖는 정점의 구성을 최소 신장 트리를 이용한 연결에 존재하는 가중치의 최대 값으로 계산된다. 이때, 'C'는 비슷한 특성을 갖는 정점의 구성을 뜻한다. 식 (2)는 서로 다른 구성의 경계에 해당하는 가중치의 최소 값으로 계산되고 두 구성을 나누는 경계의 최대 차이 값을 의미한다.

$$div(C_1, C_2) = \begin{cases} true & \text{if } Dif(C_1, C_2) > mid(C_1, C_2) \\ false & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$mid(C_1, C_2) = \min(id(C_1) + \tau(C_1), id(C_2) + \tau(C_2)) \quad (4)$$

두 정점의 구성을 분할하거나 합치기 위해 식 (3)과 식 (4)가 이용된다. 이때  $\tau(C)$ 는 문턱 함수(threshold function)로 분할 영역들의 크기에 영향을 미친다. 위의 쌍대비교 방법을 더 이상 분할되거나 합쳐질 수 없을 때까지 수행하면 그래프 기반 영상 분할의 과정이 끝난다.

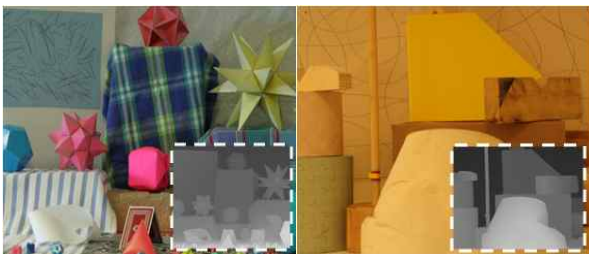
### 2.2 색상 값과 깊이 값을 동시에 고려하는 분할 방법

이웃하는 화소들의 색상 값은 유사하지만, 전경과 배경의 경계선 같이 두 영역의 입체적 위치가 다른 영역을 구분하기 위하여 컬러영상의 정보만이 아니라 깊이 지도의 정보를 동시에 고려하는 가중치 함수를 식 (5)와 같이 만들었다. 가중치는 색상 영상의 화소 값의 차이와 깊이 값의 차이의 가중 합으로 이루어진다.

$$w((v_i, v_j)) = \alpha |I(p_i) - I(p_j)| + (1 - \alpha) |D(p_i) - D(p_j)| \quad (5)$$

### III. 실험 결과

알고리즘의 성능을 테스트하기 위해서 그림 2와 같은 미들버리(middlebury)의 피비우스(moebius)와 램프쉐이드(lamp-shade) 영상을 이용하였다.

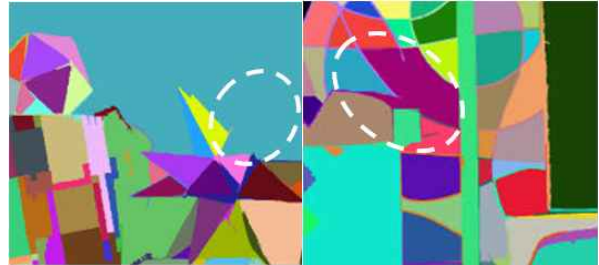


(a) Moebius (b) Lampshade

그림 2. 테스트 영상과 깊이 지도 (점선 표시)

색상 값만 이용한 영상 분할 방법과 제안하는 방법의 성능 차이를 알아보기 위하여 동일한 매개변수를 적용하여 결과 영

상을 얻어내었다. 그 결과, 그림 3의 (a)와 같이 점선에 표시된 것처럼 전경과 배경의 색상이 유사한 경우, 두 영역이 동일한 분할 영역에 포함되는 결과를 얻었으나, 그림 3의 (b)와 같이 깊이가 지도를 고려한 가중치 함수를 사용한 경우에 유사한 색상의 전경과 배경이 제대로 분리되는 것을 확인 할 수 있었다.



(a) 색상 값을 이용한 영역 분할 결과



(b) 색상 값과 깊이 값을 동시에 고려한 영역 분할 결과

그림 3. 화소 값 기반의 영역 분할 결과

( $\alpha=0.8, k=300, \text{min\_size}=400$ )

### IV. 결론

본 논문에서는 영상 분할시 색상 값과 깊이 정보를 동시에 고려하는 가중치 함수를 생성하고 그래프 기반으로 영상을 분할하는 방법을 제안하였다. 주변 화소의 색상 값 차이만을 고려한 방법에서는 유사한 색상을 갖는 전경과 배경을 제대로 분리하지 못하는 경우가 발생하였다. 이를 해결하기 위해, 깊이 지도의 3차원 정보를 추가적으로 사용하여 가중치 함수에 주변 화소의 깊이 값 변화를 고려하였다. 실험 결과 주변의 화소가 유사한 색상을 갖더라도 전경과 배경 두 영역의 입체적 거리가 차이나는 경우에 대해서도 두 영역을 잘 분리 하였다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2010-(C109 0-1011-0003))

### 참고 문헌

- [1] Pedro F. Felzenszwalb and Daniel P. Huttenlocher, "Efficient Graph-Based Image Segmentation," International Journal of Computer Vision, Vol. 59, No. 2, sep. 2004.
- [2] Bondy, J.A., Graph Theory, Springer. 2008.
- [3] D. Comaniciu and P. Meer. "Color Image Segmentation", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 750-755, 1997.
- [4] Y. Gdalyahu, D.Weinshall and M.Werman. "Stochastic Clustering by Typical Cuts", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 2596-2601, 1999.