

계층적 히스토그램을 이용한 컬러영상분할

김소정, 정경훈

한동대학교 대학원 정보통신학과

전화 054-260-1473, 핸드폰 017-396-8446

Color Image Segmentation using Hierarchical Histogram

So Jung Kim, Kyeong Hoon Jung

Dept. of IT, Handong Graduate School

e-mail : sadiehan@seed.handong.edu

Abstract

Image segmentation is very important technique as preprocessing. It is used for various applications such as object recognition, computer vision, object based image compression. In this paper, a method which segments the multidimensional image using a hierarchical histogram approach, is proposed. The hierarchical histogram approach is a method that decomposes the multi-dimensional situation into multi levels of 1 dimensional situations. It has the advantage of the rapid and easy calculation of the histogram, and at the same time because the histogram is applied at each level and not as a whole, it is possible to have more detailed partitioning of the situation.

I. 서론

영상분할(image segmentation)은 주어진 영상을 의미 있는 영역으로 분리하고 그 영역의 경계를 찾아내는 과정으로서 객체인식, 컴퓨터 비전, 객체 기반 영상압축 등의 다양한 영상분석 작업에서 중요한 역할을 한다.[1]

영상분할에 관련된 최근 연구는 흑백영상분할에서 컬러영상분할로 관심이 옮겨지고 있다. 그 이유로는 우선, 컬러영상의 경우 흑백영상보다 더 많은 정보를 제공할 수 있기 때문이다. 즉, 컬러영상에서는 뚜렷한 경계를 가지고 구별되는 객체들이 흑백영상에서는 분할 결

과에서 객체를 구분해 내지 못하는 경우가 많이 발생한다. 또한, PC의 성능이 급속도로 향상되면서 과거에는 많은 데이터양 때문에 처리하기 곤란했던 컬러영상을 PC로도 쉽게 제작, 전송, 저장하는 것이 가능해짐에 따라 컬러영상의 처리가 일반화되고 있다. 컬러영상과 같은 다차원 영상을 분할하기 위해서는 기존에 흑백영상을 처리하기 위해 사용하는 다양한 기법들을 확장하여 사용한다.

지금까지 제안된 영상분할 기법들은 크게 영역기반 기법(region based approach)과 측정공간 기법(measurement space approach)으로 나눌 수 있다.

영역기반 기법들은 영상의 (x,y)좌표 공간에서 영역 분할이 이루어지는 방법을 말하며 영역확장(region growing), 영역분할(region splitting) 등이 대표적이다.[2] 영역확장 기법은 씨앗점(seed)들의 집합으로부터 시작하여 각 씨앗점에 명암도, 질감, 컬러 등의 성질이 비슷한 이웃 화소들을 덧붙여 영역을 확장시키는 방법이며[3], 영역분할 기법은 전체 영상을 시작으로 하여 해당 영역이 균일하지 않으면 분할을 반복하는 방법이다. 이들 방법들은 불필요하게 과도하게 분할되는 현상을 방지하기 위해 영역합병(region merging)과 혼합해서 사용하는 것이 일반적이다.[4]

측정공간 기법은 영상을 히스토그램 공간이나 컬러공간과 같이 측정공간으로 변환한 후에 변환된 공간에서 영역분할이 이루어지는 방법을 말하며, 히스토그램(histogram) 또는 c-means 클러스터링(clustering) 방법이 대표적이다.[5,6] 측정공간 기법은 영상을 측정

공간으로 변환할 때 n-to-1 변환이 이루어지므로 데이터 집합이 줄어들고 또한 분할 방법이 여러 번 반복되더라도 적당히 부드러운 영역 경계선을 생성하며 잡음이 적고 경계선 변형이 적으므로 영역분할에서 많이 사용되고 있다.

본 논문에서는 컬러영상을 HSI 공간상에서 각 성분별로 히스토그램을 계층적으로 적용시킴으로써 다차원 영상분할을 한다. II장에서는 제안한 계층적 히스토그램에 대해 다루고, III장에서는 제안방법의 성능을 평가하기 위한 실험결과를 보이고, IV장에서 결론을 기술한다.

II. 계층적 히스토그램과 컬러영상 분할

히스토그램은 영상의 밝기값의 프로파일을 보여주는 것으로서, 간단하고 계산이 쉽고 빠르면서도 주어진 영상의 전체적인 특성을 잘 나타낸다는 특징 때문에 많은 영상처리 분야에서 유용하게 사용되고 있다. 그러나 컬러영상 또는 위성영상과 같은 다차원영상의 경우에는 각 성분마다 히스토그램이 생성되기 때문에 이를 이용하기 위해서는 일차원이 아닌 다차원 공간을 다루어야 한다. 그러나 컬러영상이나 위성영상처럼 다차원영상에 일차원의 히스토그램을 적용하면 대량의 메모리가 요구되고 문제의 복잡도가 증가한다.

다차원 히스토그램을 이용하여 영상을 분할하는 가장 간단한 방법은 각 성분마다 얻어진 일차원 히스토그램 상에서 분할작업을 수행한 후 그 결과들의 논리곱(logical AND)을 취하는 것이다. 즉 각각의 성분마다 적절한 임계값을 설정하고 이에 의해 선택된 범위가 겹치는 영역을 의미 있는 영역으로 간주하여 분류하는 것이다. 그림 1에서는 삼차원 HSI 공간에서 표현된 컬러영상의 경우를 예로 들어 이 과정을 나타내었다. 이러한 방법을 사용하게 되면 그림1에서 나타나듯이 결과적으로 얻어진 영역은 직육면체의 형태로 제한되는 문제점이 있다.[7]

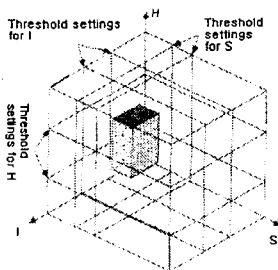


그림1 성분별 논리곱(logical AND)을 이용한 분할영역

다른 방법으로 생각할 수 있는 것은 주어진 영상을 이차원 평면으로 투영시킨 후 이 평면상에서 영상분할을 수행하고, 이 결과들을 사용하여 삼차원 공간에서의 영

역을 정의하는 방법이다. 예를 들어, HSI 공간상의 영상이 주어졌을 때 H성분과 S성분만 고려한 HS 평면 상에서 영상을 분할하고 HI 평면 및 SI 평면상에서도 마찬가지로 작업을 수행한 후 이 결과들을 함께 고려하는 것이다. 이를 그림 2에서 나타내었다. 이 방법을 사용하면 논리곱을 사용하는 경우에 비해 다양한 형태로 영역을 분할하는 것이 가능하다. 그러나 이를 위해서는 이차원 평면상에서 영상을 분할하기 위해서는 다시 별도의 방법을 적용해야 하며 결과들을 통합하기 위한 선택기준을 설정하는 것도 쉽지 않은 문제이다.

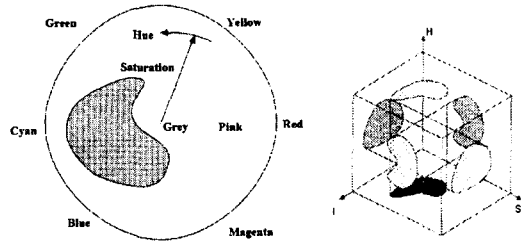


그림2(a)HS평면에서 분할영역 (b)3차원공간에서의 분할영역

본 논문에서 제안하는 계층적 히스토그램 기법은 다차원의 문제를 여러 레벨의 일차원의 문제로 분리하여 접근하는 방식이다.

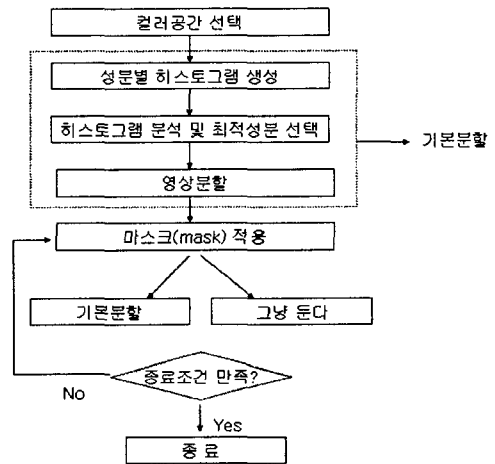


그림3 제안 알고리즘

그림 3에서 제안 방식을 설명하였는데, 기본적인 분할 과정은 (i) 성분별 히스토그램 생성, (ii) 히스토그램 분석을 통한 최적 성분 선택, (iii) 최적 성분의 히스토그램을 이용한 영상 분할의 세 단계로 구성된다. 레벨1에서는 주어진 컬러공간 상에서 앞서 설명한 기본분할과정을 수행한다. 그리고 이 결과로서 얻어진 분할된 영상에 대해 각 클래스에 해당하는 마스크(mask)를 만들어 이를 적용한 부분영상을 레벨2로 넘겨준다. 레벨

2에서는 마스크가 적용된 부분영상에 대해 기본 처리 과정을 수행하게 되는데 이 때 레벨1에서와 차이는 이전 레벨에서 영상분할을 위해 사용되었던 성분을 제외한 나머지 두 성분에 대해서만 히스토그램 분석을 한다는 점이다. 이러한 과정의 반복을 통해 계층적인 히스토그램을 이용하여 컬러영상을 분할한다.

제안방법은 계산이 쉽고 빠르다는 히스토그램의 장점을 살리면서도 전체영상이 아닌 부분영상에 대한 계층적 히스토그램을 분석 대상으로 삼는다는 점에서 국부적인 특성이 반영되므로 보다 세밀한 분할이 가능하다. 또한 레벨의 깊이 및 한 레벨에서 분할되는 클래스의 수를 조절함으로써 원하는 수만큼의 클래스로 분할하는 것도 가능하다는 장점이 있다.

III. 실험방법 및 결과

제안방법은 실험을 위해 HSI 컬러공간을 선택하였다. RGB 컬러공간은 영상을 보여주는 것에는 적합하지만, R, G, B 각각의 상관도(correlation)가 높음에 반해, HSI는 사람의 시각 시스템에 가까운 방법으로서, 특히 H는 밝은 부분이나 명암, 그림자 등에 변하지 않는 특성이 있어서 조명상태가 바뀌는 영상에 유용하다. 그림4에서 실험영상과 H, S, I 각 성분의 영상을 나타내었다.

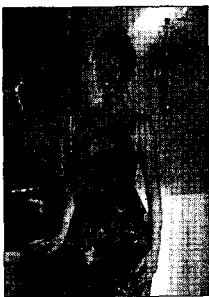


그림4 (a) 원본영상



(b) 원본영상의 H성분



(c) 원본영상의 S성분



(d) 원본영상의 I성분

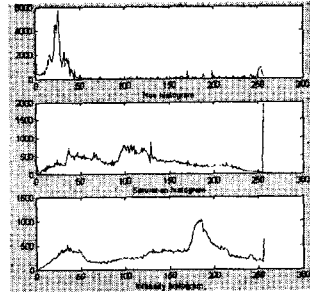


그림5(a) 각 성분별 히스토그램 (b) I로 분할 후 마스크 적용

그림5의 (a)는 위에서부터 H, S, I 각 성분별 히스토그램을 보인다. H의 히스토그램을 보면, 0~50사이에는 많은 분포를 보인다. S는 거의 비슷한 수준의 값을 유지한다. I는 영상의 전반적인 형태를 보여주고 있다. (b)는 원본영상을 I를 최적성분으로 하여 분할한 후 마스크를 적용한 그림이다. 먼저 I로 분할을 한 후에, 원본영상에 마스크를 적용해서, 마스크가 적용된 영역의 H와 S의 히스토그램을 생성하여서 히스토그램을 분석하고 다시 최적성분을 선택하여 영상분할을 한다. 분할된 영상에 마스크를 씌워서 그 영역의 히스토그램을 생성하고 분석하여서 분할하는 것을 반복한다.

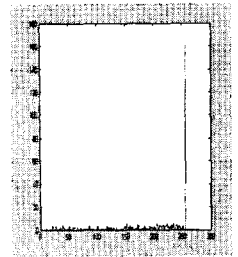
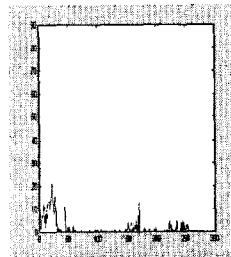


그림6(a) 마스크 적용한 영역 H 히스토그램 (b) S 히스토그램

원본영상의 H에서는 값이 한쪽에 몰려있어 뚜렷한 부분이 보이지 않았는데 비해 마스크 적용한 영역의 H 히스토그램을 보면, 두개의 영역으로 나뉘어져서 더 정확하게 영상을 분할 할 수 있다.

기존의 방법대로, 계층적 구조를 적용하지 않고 그림 4(a)의 원본영상을 앞에서 설명한 방법 중 첫 번째 방법으로 세 성분의 논리곱을 취한 방식으로 컬러영상분할 한 것을 보면, 그림7(a)에서 보듯이 오른쪽 상단에 조명에 의해 생긴 부분이나 팔의 그림자가 제대로 분할되지 못하고 하나의 다른 영역으로 분할되어 있다. 계층적 히스토그램을 이용하면 기존의 방법에 비해서 더 좋은 결과를 볼 수 있다. 그림7(b)을 보면 (a)와 달리 오른쪽 상단에 과분할 된 곳이 없고, 팔도 하나의 영역으로 분할되었다. 이 실험에서는 5개의 영역으로 분할하였다.

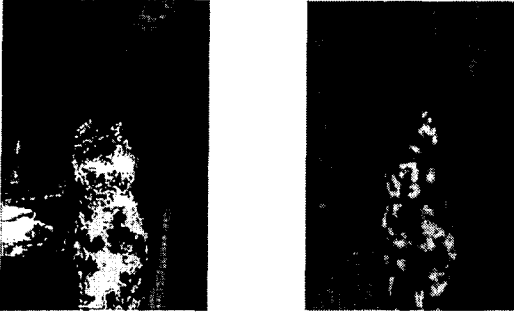


그림7(a)논리곱 이용한 분할 (b)계층적 히스토그램으로 분할

CRC press, IEEE press, third edition, 1999.

IV. 결론

본 논문에서는 계층적 히스토그램을 이용하여 컬러영상을 분할하는 방법을 제시하였다. 제안 방법은 3차원을 1차원으로 변환하여 히스토그램을 계층적으로 적용함으로써 계산이 쉽고 빠른 히스토그램의 장점을 가지고 있는 것과 동시에 전체영상이 아닌 부분영상에 대해 계층적으로 히스토그램을 적용함으로써 측정공간에서의 영상의 국부적 특성을 반영하여서 영상분할의 정확도를 높였다. 실험을 통하여서 제안 방법의 타당성을 보였다.

참고문헌

- [1] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital image processing", Prentice Hall, 2001.
- [2] Song Chun Zhu and Alan Yuille, "Region competition: Unifying snakes, region growing, and bayes/MDL for multiband image segmentation", IEEE Trans. on PAMI, vol.18, no.9, pp.884~900, 1995.
- [3] Haiyan Wang and Bijoy Ghosh, "Geometric active deformable models in shape modeling," IEEE Trans. on IP, vol.9, no.2, pp.302~308, 2000.
- [4] A. Tremean, N. Borel, "A region growing and merging algorithm to color segmentation," Pattern Recognition vol.30, no.7, pp.1191~1203, 1992.
- [5] R. L. Cannon, J.V. Dave, and J.C. Bezdek, "Efficient implementation of the fuzzy c-means clustering algorithms", IEEE Trans. on PAMI, vol.8, no.2, pp.248~255, March 1986.
- [6] Young Won Lim and Sang Uk Lee, "On the color image segmentation algorithm based on the thresholding and the fuzzy c-means techniques," Pattern Recognition, vol.23, no.9, pp.935~952, 1990.
- [7] John C. Russ, "The image processing handbook",