칼라특징공간별 슈퍼픽셀의 특성비교

이정환*

*안동대학교 전자공학과

A Comparison of Superpixel Characteristics for Color Feature Spaces

Jeong Hwan Lee*

*Department of Electronic Eng. Andong National University,

E-mail : jhlee@andong.ac.kr

요 약

본 논문에서는 칼라특징공간별로 슈퍼픽셀의 특성을 비교하였다. 슈퍼픽셀은 특성이 비슷한 인접 화소들을 묶어서 하나의 큰 화소로 취급하는 것으로 고속영상처리 및 인식을 위해 사용한다. 본 연구에서는 칼라특징공간별로 슈퍼픽셀을 구하여 각각의 특징을 비교하고자 한다. 비교할 특징은 슈퍼픽셀의 중요한 특징인 밀집성(compactness)사용한다. 실험에 사용한 영상은 버클리대학교의 영상분할 데이터베이스인 BSD-300영상을 사용하여 실험하였다.

ABSTRACT

In this paper, a comparison of superpixel characteristics for each color feature space. The superpixel is consist of several pixels with same features such as luminance, color, textures etc. The superpixel can be used on image processing and analysis with large image size to speed up the process. We compare the superpixel characteristics by means of compactness using Berkeley image database(BSD-300).

키워드

color image, superpixel characteristics, compactness, color feature space

Ⅰ. 서 론

영상처리 및 해석을 위해서는 영상분할은 매우 중요한 과정이다. 영상분할은 입력된 영상으로부터 물체에 해당하는 영역을 추출하는 과정으로 다음단계의 영상해석을 위해서 필수적인 단계이다. 칼라영상분할 방법은 접근방법에 따라 화소기반(pixel-based) 분할, 영역기반(area-based) 분할, 에지기반(edge-based) 분할로 크게 나눌 수 있다. 그리고 화소기반 분할방법은 적용기법에 따라 히스토그램의 문턱값 결정에 의한 방법, 칼라공간의 클러스터링 방법, 퍼지클러스터링 방법으로 나눌 수 있다. 영역기반 분할방법은 영역병합, 분할 및 병합방법으로 나눌 수 있다. 마지막으로 에지기반 분할 방법은 지역적인 경계정보를 이용하는 방법과 전역적인 경계정보를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다.

본 연구에서는 화소기반 및 영역기반 분할 방법을 동시에 적용하여 효과적으로 영상을 분할하는 방법을 연구한다. 화소기반 방법은 영상분할을 위한 최소단위가 화소이며 각 화소의 칼라값으로부터 특징을 구하여 균일영역을 구별하므로 많은 처리시간이 소요된다. 이 문제를 해결하기위해 최근 성질이 비슷한 여러 개의 화소를 묶어서 슈퍼픽셀(superpixel)을 생성하고 이를 이용하여 영상분할 하는 방법이 제안되었다. 본 연구에서는 칼라영상분할을 위해 각 칼라특징공간별로 슈퍼픽셀의 성질이 어떻게 변하는 가를 알아보고 어느 칼라특징공간이 영상분할에 적합한지를 연구한다.

Ⅱ. 칼라특징공간별 슈퍼픽셀(superpixel) 생성

근래에 슈퍼픽셀에 대한 많은 연구가 진행되고 있다[1~4,7]. 하드웨어의 발달로 카메라와 같은 다양한 영상입력센서로부터 획득되는 영상이 보통 수MB이상이 되어 대용량 영상처리를 위한 알고리즘 개발이 요구되고 있다. 대용량 영상의 해석 및 인식을 위해서는 영상분할과정이 필수적인데 이를 기존의 화소단위로 처리하면 많은 시간이

소요된다. 슈퍼픽셀은 대용량 영상을 고속으로 처리하기 위한 효과적인 방법중 하나이다. 슈퍼픽셀은 큰 영상을 특징이 비슷한 작은 균일영역으로 잘게 나누고 이 작은 영역을 기본단위로 하여 영상처리를 하는데 여기서 작게 나누어 진 균일영역을 슈퍼픽셀이라고 한다.

슈퍼픽셀은 다음과 같은 몇 가지 성질을 갖는데, 즉 밀집성(compactness), 균일성(uniformity), 원영상과의 경계일치도(boundary precision and recall), 부족분할(under-segmentation)영역의 최소화 등이 요구된다[1,6,8]. 밀집성은 슈퍼픽셀의 둘레가 얼마나 단순한가를 표시하는 척도로 일반적으로 식(1)과 같이 슈퍼픽셀 둘레의 제곱을 면적으로 나눈 값이다. 영역균일성은 슈퍼픽셀의 특징이 얼마나 균일한가를 나타내는 값이다. 그리고 원영상과의 경계일치도는 슈퍼픽셀과 원영상에 있는 물체의 경계와 얼마나 일치하는 지를 표시하는 척도이다. 슈퍼픽셀의 경계와 원영상에 있는 경계가 일치하지 않으면 슈퍼픽셀로부터 영상분할을 통하여 물체를 검출할 때 정확한 물체경계를 검출할 수 없게 되어 분할 후의 영상처리과정에서 성능저하를 초래한다. 마지막으로 부족분할 영역의 최소화는 슈퍼픽셀을 반복적(recursive)인 알고리즘으로 구할 때 마지막단계에서 어느 슈퍼픽셀에도 속하지 않는 화소들이 존재하게 되는데 이런 화소들이 가능하면 적어야 되며 후처리로 인접한 슈퍼픽셀에 할당해야 한다.

현재까지 제안된 방법은 특정한 한 칼라특징공간에서 슈퍼픽셀을 구하고 영상분할을 한다. 본 연구에서는 칼라특징공간별로 슈퍼픽셀을 생성하고 생성된 슈퍼픽셀의 밀집도를 계산하여 가장 적합한 칼라특징공간을 결정한다. 본 연구에서 사용된 칼라특징공간은 CMY, Lab, L^*ab L^*uv, Hunter-Lab(HLab), HSL, HSV, Yxy, YIQ를 사용하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 Berkeley대학의 영상분할을 위한 영상데이터베이스(BSD300)[5]을 사용하여 실험하였다. 슈퍼픽셀을 구하는 방법은 SLIC(simple linear iterative clustering)[1]을 변경하여 사용하였다. 그림 1은 슈퍼픽셀을 구한 결과이다. 그림 1(a)는 JPEG영상을 Lab칼라 특징공간에서 500개의 슈퍼픽셀로 표시한 영상이다. 그리고 그림1(b)는 같은 영상을 100개의 슈퍼픽셀로 원영상과 겹쳐서 표시한 것이다. 그림1(c)와 그림1(d)는 각각의 슈퍼픽셀을 레리블링한 영역을 슈도(pseudo) 칼라로 표시한 것이다. 그리고 그림1(e)와 그림1(f)는 슈퍼픽셀의 에지를 표시한 것이다. 모든 실험에서 밀집성을 제어하는 변수값은 10으로 고정하였다.

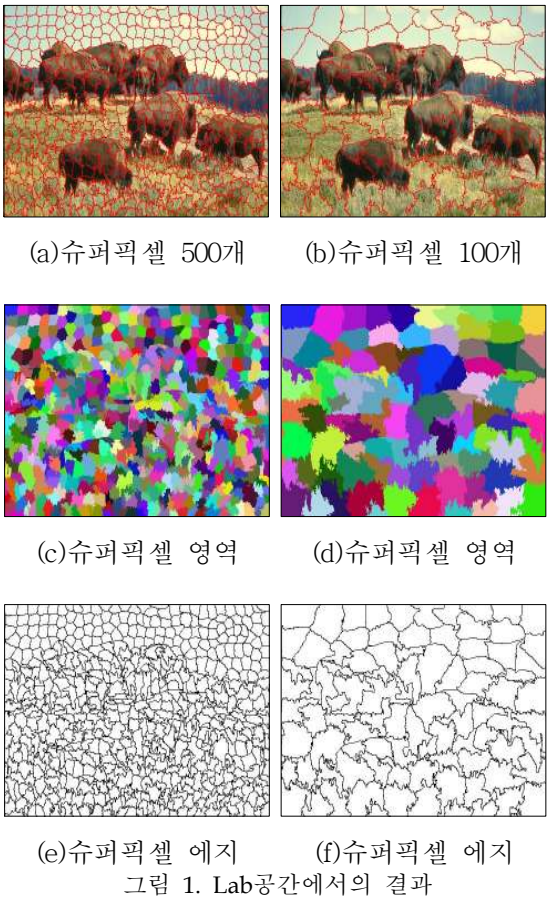
그림2는 YIQ 칼라특징공간에서 같은 방법으로 슈퍼픽셀 600개와 100개에 대한 결과를 나타낸 것이다. 그림3은 여러 가지 칼라특징공간별로 슈퍼픽셀을 구하고 각 슈퍼픽셀의 밀집도를 구하여 표시한 것이다. 여기서 밀집도는 BSD300영상에서 10개의 영상을 선택하고 이로부터 각 슈퍼픽셀의 밀집도를 구하여 평균한 것이다. 밀집도(C)는 각 슈퍼픽셀의 둘레(P)와 면적(S)을 구하여 아래 식과 같이 구한다.

$$C = P^2/S \tag{1}$$

IV. 결 론

본 논문에서는 칼라특징공간별로 슈퍼픽셀의 특성을 비교하였다. 먼저 슈퍼픽셀에 대한 설명과 SLIC알고리즘을 변경하여 슈퍼픽셀을 구하였다. 그리고 10개의 서로 다른 칼라특징공간별로 슈퍼픽셀을 구하였으며 이로부터 슈퍼픽셀의 밀집도를 계산하여 특성을 비교하였다. 밀집도는 각 슈퍼픽셀의 둘레와 면적을 이용하여 계산하였으며 실험결과 Lab 칼라특징공간이 밀집도 측면에서 가장 우수한 결과를 보였다.

향후 연구과제는 슈퍼픽셀에 대한 특성을 밀집도와 경계일치도를 구려하여 평가할 필요가 있으며 이에 대한 연구가 필요하다.

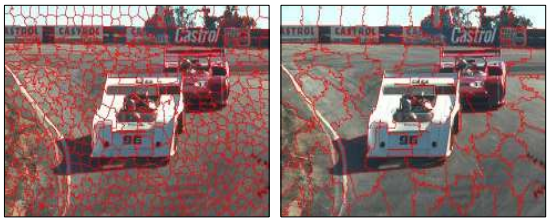


(a)슈퍼픽셀 500개 (b)슈퍼픽셀 100개

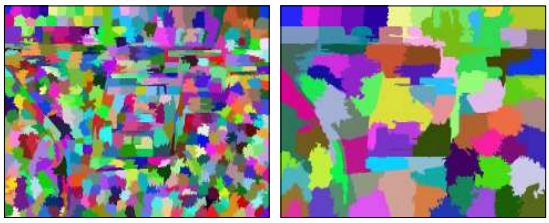
(c)슈퍼픽셀 영역 (d)슈퍼픽셀 영역

(e)슈퍼픽셀 에지 (f)슈퍼픽셀 에지

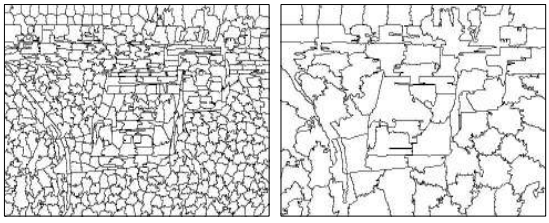
그림 1. Lab공간에서의 결과



(a)슈퍼픽셀 600개 (b)슈퍼픽셀 100개



(c)슈퍼픽셀 영역 (d)슈퍼픽셀 영역



(e)슈퍼픽셀 에지 (f)슈퍼픽셀 에지

그림 2. YIQ공간에서의 결과

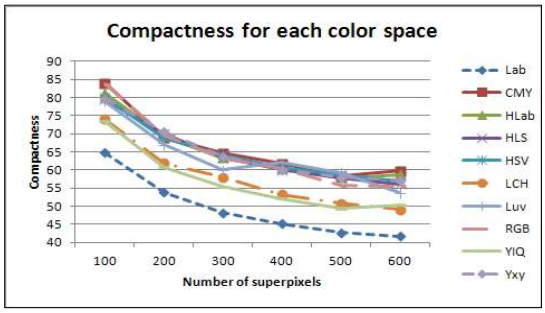


그림 3. 칼라특징공간별 밀집도

참고문헌

[1]Radhakrishna Achanta, Appu Shaji, Kevin Smith, Aurelien Lucchi, Pascal Fua, and Sabine Susstrunk, "SLIC Superpixels", EPFL Technical Report no. 149300, June 2010.

[2]J. Shi and J. Malik, ""Normalized Cuts and Image Segmentation,"" IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 8, pp. 888-905, Aug. 2000.

[3]S. Wang and M. Siskind, ""Image Segmentation with Ratio Cut -Supplemental Material,"" IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25, no. 6, pp. 675-690, June 2003.

[4]P. Felzenszwalb and D. Huttenlocher, "Efficient Graph-Based Image Segmentation," Int'l J. Computer Vision, vol. 59, no. 2, pp. 167-181, 2004.

[5]D. Martin and C. Fowlkes. The Berkeley Segmentation Dataset and Benchmark. http://www.cs.berkeley.edu/projects/vision/grouping/segbench/.

[6]J. Shi, C. Fowlkes, D. Martin, and E. Sharon. Graph based image segmentation tutorial. CVPR 2004.
http://www.cis.upenn.edu/~~jshi/GraphTutorial/

[7]J.Malik, S. Belongie, T. Leung, and J. Shi. Contour and texture analysis for image segmentation. Int. J. of Computer Vision, 43(1):7-27, 2001.

[8]T. Cour, S. Yu, and J. Shi. Normalized cuts matlab code. Computer and Information Science, Penn State University. Code available at http://www.cis.upenn.edu/~~jshi/software/.