

# 내용기반 검색을 위한 자연 영상의 칼라양자화 방법

길연희\*, 김성영\*\*, 박창민\*\*\*, 김민환\*

\*부산대학교 컴퓨터공학과

\*\*창원전문대학 멀티미디어과

\*\*\*성심외국어대학 경영정보과

## Color Quantization of Natural Images for Content-Based Retrieval

Youn-Hee Gil\*, Sung-Young Kim\*\*, Chang-Min Park\*\*\*, Min-Hwan Kim\*

\*Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

\*\*Dept. of Multimedia, Changwon Junior College

\*\*\*Dept. of Management Information, Sungsim College of Foreign Languages

### 요 약

내용기반 영상검색시스템에서 객체 단위로 영상을 검색하기 위해서는 영상에서 의미있는 객체를 추출하는 과정이 필수적이며, 이를 위해 영역 분할을 효율적으로 수행하기 위한 양자화가 선행되어야 한다. 일반적인 칼라 양자화 기법은 칼라 수를 줄이되 양자화 된 영상이 원시 영상과 가능한 비슷해 보이도록 하는 것을 목적으로 하지만, 영역 분할을 위한 칼라 양자화에서는 칼라의 표현보다는 의미있는 객체를 용이하게 추출할 수 있도록 양자화 하는 것을 목적으로 한다.

본 논문에서는 기존의 Octree 양자화 방법과 K-means 알고리즘의 장점을 조합하여 영역 분할에 용이한 양자화 결과를 얻을 수 있는 방법을 제안한다. 먼저, Octree 양자화 방법을 수행하여 얻어진 양자화 된 칼라들 중에서 시각적으로 유사한 칼라를 병합함으로써, Octree 양자화 방법의 단점인 강제 균한 문제점을 해결한다. 이어서, 병합 후의 양자화 된 칼라에 대해서만 K-means 알고리즘을 수행함으로써, 보다 빠른 시간 내에 영역 분할에 적합한 양자화 된 영상을 얻는다. 실험을 통해 제안한 방법의 효용성을 확인하였다.

### 1. 서론

멀티미디어 데이터의 급격한 증가로 인해 이들 데이터를 관리하고 검색하는 방법들이 많이 연구되고 있다. 내용 기반 영상 검색은 영상의 내용을 이

용하여 데이터베이스로부터 원하는 영상을 검색하는 방법으로, 최근에는 Netra[1], Blobworld[2]와 같이 영상 내부에 포함된 특정한 객체 단위로 영상을 검색하는 방법이 많이 사용되고 있다.

객체 단위로 영상을 검색하기 위해서는 우선적으

로 영역 분할(segmentation)이 선행되어야 한다. 일반적인 영역 분할에서는 매우 정확한 영역 경계를 추출하는 것을 목표로 하지만, 영상 검색에 이용할 목적으로 영역 분할을 하는 경우에는 대략적인 객체 영역의 추출만으로도 충분한 경우가 많다. 이와 같은 영역 분할 작업을 용이하게 하기 위해서는 일반적으로 칼라 양자화(color quantization)를 선행한다.

일반적으로, 칼라 양자화는 가능한 적은 칼라를 사용하여 원시 영상과 유사한 영상을 표현할 수 있도록 이루어진다. 이때, 잘못된 경계선(false contour)이 나타나는 것을 최소화하고, 또한 음영의 변화도 자연스럽게 표현할 수 있을 정도의 최소의 양자화 칼라를 사용한다. 그러나, 영역 분할을 하기 위한 칼라 양자화 과정에서는 이러한 시각적인 측면보다는 보다 수월하고 정확하게 영역을 분할할 수 있도록 하는 것이 목적이므로, 일반적인 칼라 양자화 알고리즘을 변형하여 사용할 필요가 있다. 한편, 내용기반 영상검색과 같은 응용에서는 전체적인 처리시간을 가능한 최소화 할 필요가 있으므로, 영역 분할도 최대한 신속하게 할 필요가 있다.

이에, 본 연구에서는 매우 신속하게 칼라 양자화를 할 수 있는 Octree 칼라 양자화[3] 기법을 이용하여 강제 분할에 따른 문제점을 해결하기 위해 양자화된 칼라의 병합 방법을 제안하고, 이어서 K-means 클러스터링 알고리즘[4]을 이용하여 20개 칼라 이하로 양자화 하는 방법을 사용한다. 이것은 [5]에서 주장하는 바와 같이 20칼라 이하를 사용하더라도 영상의 의미 있는 영역을 잘 구분할 수 있다는 인간의 시각특성을 이용한 것이다. 이에 따라, 영역 분할에 적합하면서도 매우 신속하게 칼라 양자화를 할 수 있었다.

2장에서는 칼라 양자화를 하기에 적합하도록 칼라 모델 변환을 하여 잡음을 제거하는 전처리 과정에 대해 살펴보고, 3장에서는 제안하는 칼라 양자화 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 양자화 실험결과를 영역 분할 방법에 적용하여 그 결과를 살펴보고, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 전처리 과정

먼저, RGB 칼라 데이터를 CIE Lab 칼라 데이터로 변환한다. Lab 칼라 모델[6]은 사람의 시각적 특성을 고려한 uniform 칼라 모델로서, 사람이 인식하는 칼라 차이에 비례하도록 Euclidean 거리를 계산

하는데 유용하다.

양자화 작업에 있어, 잡음은 소수의 화소로 구성된 칼라 군집이 양자화 칼라로 추출되게 하는 문제점을 유발시키기도 한다. 이에, 본 연구에서는 양자화를 수행하기 전에 잡음을 제거하는 과정을 수행하여, 의미없는 칼라들이 양자화 칼라로 추출될 가능성을 줄였다. 칼라 잡음 제거 알고리즘으로는 median filter[7], mean filter[8], vector median filter[9] 등이 있는데, 본 연구에서는 3×3 블록 단위로 수행하는 vector median filter를 사용하였다.

## 3. 영역 분할을 위한 칼라 양자화

칼라 영상을 양자화 하는 방법에는 Diversity, Median Cut, Variance-Based, Octree 등의 pre-clustering algorithm과 Local K-means, Kohonen self-organizing map 등의 post-clustering algorithm이 있다. 본 논문에서는, Octree 양자화 방법과 K-means 클러스터링 알고리즘을 조합하여 수행되 양자화 과정 중간에 유사한 양자화 칼라는 미리 병합해 주는 방법을 취하였다. 이렇게 함으로써 보다 빠른 시간 내에 보다 나은 결과를 얻을 수 있었다.

### 3.1 Octree 칼라 양자화

Octree에 의한 칼라 양자화는 입력 영상으로부터 Octree를 형성하여 칼라 팔레트를 만드는 과정과 만들어진 팔레트 정보에 따라 입력 영상의 각 픽셀들에 대해 새로운 칼라를 매핑 하는 과정으로 구성된다[3].

Octree 양자화 방법은 수행 속도가 빠르고 비교적 간단한 비교 연산만으로 양자화를 수행할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 그림 1(a)에서 나타낸 것과 같이 하나의 칼라 영역을 동일한 8개의 하위 영역으로 강제로 나누는 Octree 자체의 특성으로 인해, A나 B 위치에 있는 칼라와 같이 매우 유사한 칼라임에도 불구하고 그림 1(b)에서와 같이 서로 다른 하위 영역에 속하게 되어 서로 다른 양자화 칼라로 나타나게 되는 문제가 발생한다. 이러한 강제 분할 문제점으로 인해, A와 B 칼라로 구성된 영역이 두 개의 영역으로 나뉘어지는 현상이 발생한다.

그림 2는 이러한 현상을 잘 보여준다. 그림 2(a)는 원시 영상 중앙에 인위적으로 원을 그려, 왼쪽과 오른쪽 반원에는 각각 RGB 칼라값이 (127,127,127)

과 (128,128,128)인 화소로 채운 것이다.

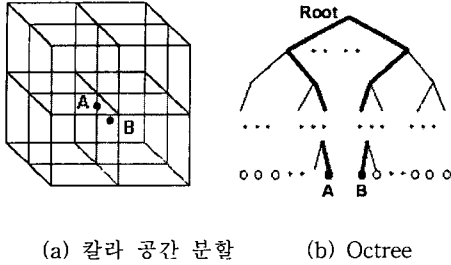


그림 1. Octree에 의한 칼라 공간 분할

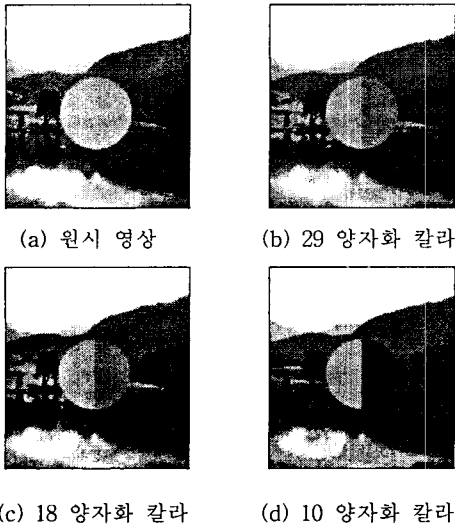


그림 2. Octree 양자화 결과 예

그림 2(b),(c),(d)는 Octree 양자화 방법으로 각각 29, 18, 10 칼라로 양자화 한 것이다. 여기에서 알 수 있듯이, 원시 영상의 중앙에 위치한 원 영역은 거의 비슷한 칼라로 구성되어 있음에도 불구하고, 서로 다른 칼라로 양자화 되는 것을 알 수 있다. 그림 2(d)에서의 오른쪽 반원은, 칼라가 매우 유사한 왼쪽 반원과 같은 영역을 이루기보다는, 오히려 칼라 차이가 매우 많이 나는 주변의 칼라 영역과 합병되어 나타나는 극단적인 경우를 보여주고 있다. 이러한 현상은 Octree 양자화 방법의 강제 분할 방식에 의한 단점으로서, Octree의 뿌리 노드에 가까운 분할 경계에서 보다 심하게 나타난다. 따라서,

Octree 양자화 방법을 사용할 때는 너무 작은 개수의 칼라로 양자화 하는 것을 피해야 한다. 본 논문에서는, Octree 양자화 방법으로 일단 30개의 칼라로 양자화 한 후에, 서로 유사한 양자화 칼라를 병합해 주는 방법을 사용하였다.

### 3.2 인접한 유사 양자화 칼라의 병합 방법

Octree 양자화 방법에서의 강제 분할 문제점을 해결하기 위해 유사 양자화 칼라를 병합해 주는 것은 영역 분할을 위한 양자화에 있어서 또 다른 이점을 제공해 준다. 즉, 어떤 영역에서의 유사 칼라의 변화(예, 음영)를 잘 표현해 주기 위해 불필요하게 많은 양자화 칼라가 생성된 것을 병합해 줌으로써, 그 영역을 보다 작은 개수의 대표 칼라로 표현해 줄 수 있다. 이에 따라, 어느 한 영역이 작은 영역들로 세분화되는 현상을 방지할 수 있다.

Octree 양자화 칼라의 병합 방법으로는 1976년 CIE에서 정의한  $\Delta E_{ab}$  (식1)를 사용하여 칼라 차이가 6 이하인 것은 병합하였다. 임계치 6은 [11, 12]에서 제시한 것을 사용하였는데, 이것은 인간 시각에 있어  $\Delta E_{ab}$ 가 6 이하인 경우에는 칼라 차이를 잘 인지하지 못한다는데 근거를 두고 있다. 병합된 양자화 칼라는 병합할 칼라에 해당하는 화소 수를 고려한 평균을 사용하였다.

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2} \quad (1)$$

그림 3은 그림 2(b)에서의 양자화 결과와 양자화 칼라 병합에 의한 결과를 나타낸 것이다. 여기에서, 원 부분과 호수 부분이 영역 분할에 적합하도록 보다 잘 표현된 것을 알 수 있다.

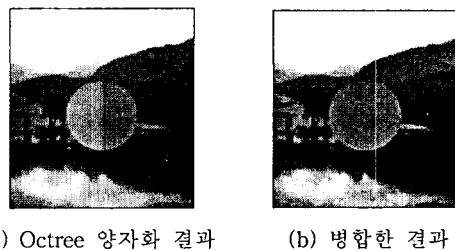


그림 3. 양자화 칼라의 병합 효용성

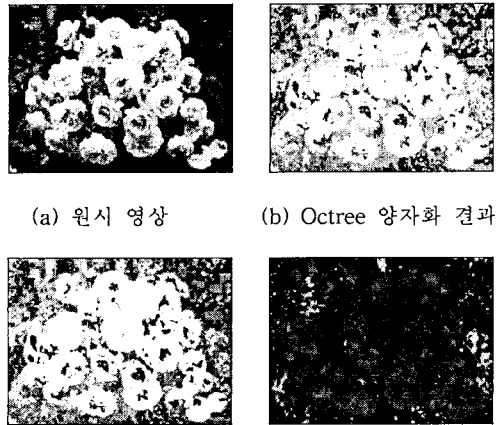
### 3.3 K-means 방법에 의한 양자화 칼라 축소

양자화된 칼라를 병합하더라도 30개에 가까운 칼라로 영역 분할을 하는 것은 비효율적이다. [5]에서

주장하는 바와 같이 20칼라 이하를 사용하더라도 인간의 시각특성상 영상의 의미 있는 영역을 잘 구분할 수 있다는 것을 고려하면, 20개 미만의 양자화된 칼라를 구할 필요가 있다. 이에, 본 논문에서는 K-means 클러스터링 알고리즘을 K=20으로 설정하여 수행함으로써 보다 작은 개수의 양자화된 칼라를 구하였다.

일반적으로, K-means 클러스터링 알고리즘은 칼라 군집을 잘 형성하여 비교적 좋은 결과를 주지만, 연산 시간이 부담이 된다. 본 논문에서는, 한 영상에서의 전체 화소를 대상으로 K-means 클러스터링 알고리즘을 수행하는 것이 아니고, 단지 Octree 양자화 과정을 거친 30개 미만의 칼라만을 이용하여 클러스터링을 하게 되므로 연산 시간에 대한 부담이 없다.

그림 4는 여러 단계의 양자화 과정을 나타낸 것이다.



(a) 원시 영상 (b) Octree 양자화 결과 (c) 유사 칼라 병합 결과 (d) K-means 수행 결과

그림 4. 여러 가지 양자화 결과 예

여기에서, Octree 양자화 수행 결과(그림 4(b))에 비해 병합에 의한 그림 4(c)에서는 꽃 내부 영역이 보다 간단하게 표현되어 있으며, 그림 4(d)에서는 K-means 클러스터링에 의해 보다 작은 양자화 칼라로 각 영역을 잘 나타내고 있다.

#### 4. 영역 분할 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법을 Windows98 환경의 Pentium II PC에서 Visual C++ 6.0으로 구현하였다.

본 논문에서 제안한 방법으로 양자화 한 영상이 Octree 양자화 방법으로 양자화 한 영상에 비해 영역 분할에 적합함을 알아보기 위해, 기존의 블록 단위 칼라 히스토그램 인터섹션 (histogram intersection)[12]을 이용한 경계 블록 추출 방법[13]을 이용하여 영역 분할한 결과를 그림 5에 나타내었다. 여기에서, 본 논문에서 제안한 양자화 방법이 영역 분할에 보다 적합함을 알 수 있다.

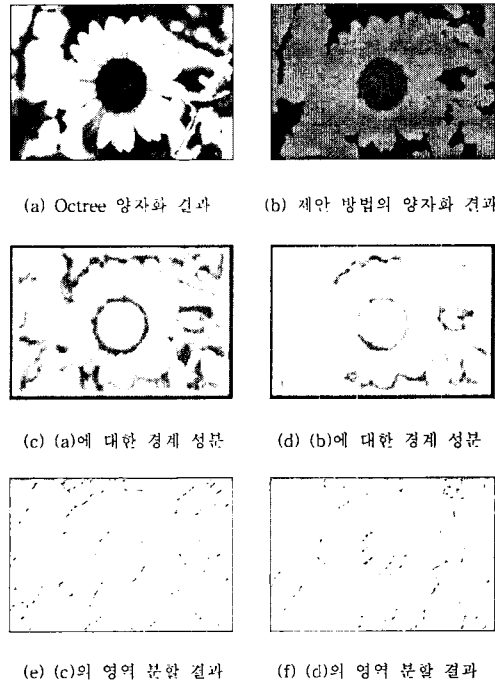


그림 5. 영역 분할 결과 비교

#### 5. 결론

자연 영상을 영역 분할하는데 보다 적합한 칼라 양자화 방법을 제안하였다. 제안한 방법에서는 Octree 양자화 방법을 사용함으로써, 연산 시간에 대한 부담도 작은 것을 확인할 수 있었다.

제안한 방법은 내용기반 영상검색시스템에서와 같이 신속하게 영역 분할을 하되 정확도는 어느 정도 떨어져도 되는 경우에 유용하게 활용할 수 있다.

참고문헌

- [1] W. Y. Ma, "NETRA: A Toolbox for Navigating Large Image Databases," Ph.D. Dissertation, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of California at Santa Barbara, 1997
- [2] C. Carson, M. Thomas, S. Belongie, J. M. Hellerstein, and J. Malik, "Blobworld: A system for region-based image indexing and retrieval," the Third Int. Conf. on Visual Information Systems, 1999.
- [3] W. Purgathofer M. Gervautz. "A Simple Method for Color Quantization: Octree Quantization," pp 219-231, Magenat-Thalmann and Thalmann, 1988
- [4] Sing-Tze Bow, "Pattern Recognition and Image Preprocessing", pp100-103, Dekker, 1992
- [5] Y. Gong, G. Proietti, C. Faloutsos, "Image Indexing and Retrieval Based on Human Perceptual Color Clustering," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR98), pp.578-583, 1998
- [6] Henry R. Kang, Color Technology for Electronic Imaging Device, pp 3-32, JOHN WILEY & SONS. INC, 1997
- [7] Turkey J. M. "Nonlinear(nonsuperimposable) methods for smoothing data," pp. 673, Proc. Congr. EASCON, 1974
- [8] Gonzalez, Wood, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992
- [9] S. J. Sangwine, R. E. N. Horne, The Colour Image Processing Handbook, pp190-193, 1998
- [10] Henry R. Kang, Color Technology for Electronic Imaging Device, pp 170-172, JOHN WILEY & SONS. INC, 1997
- [11] Herdeberg J. Y., Scmitt F., Brettel H., Crettez J-P., Maitre H., "Spectrophotometric imaging analysis of fine art paintings," Proc. IS&T and SID's 4th color imaging conference: color science, Systems and Applications, pp. 50-53, Nov. 1996
- [12] M. Swain and D. Ballard, "Color Indexing," Int'l Journal of Computer Vision, Vol 7, No. 1, pp. 11-32, 1991
- [13] 유운주, "내용 기반 검색을 위한 자연영상에서의 칼라영역 분할 방법," 석사학위논문, 2000