

# 분할된 영상에서의 칼라 코렐로그램을 이용한 영상검색

안 명석\* · 조 석제\*\*

\*한국해양대학교 컴퓨터공학과, \*\*한국해양대학교 제어계측공학과

## Image Retrieval Using Color Correlogram from a Segmented Image

An, Myung-Seok · Cho, Seok-Je

E-mail: gkfqo@i.am

### Abstract

Recently, There has been studied on feature extraction method for efficient content-based image retrieval. Especially, Many researchers have been studying on extracting feature from color information, because of its advantages.

This paper proposes a feature and its extraction method based on color correlogram that is extracted from color information in an image. the proposed method is computed from the image segmented into two parts; the complex part and the plain part. Our experiments show that the performance of the proposed method is better as compared with that of the original color correlogram method.

### I. 서론

최근 영상검색을 위한 효과적인 특징(feature) 추출에 대한 관심이 높아지고 있다<sup>[1-7]</sup>. 영상검색에 일반적으로 사용하는 특징으로는 칼라 히스토그램(color histogram)<sup>[4]</sup>이 있다. 칼라 히스토그램은 영상의 칼라 분포를 특징으로 얻어내는 것으로, 영상에서 얻기 쉽고 변화에 둔감하다는 장점이 있다. 그러나 이 특징은 영상의 공간 정보를 완전히 배제한 특징이기 때문에, 영상의 내용과 상관없이 칼라 분포가 비슷한 모든 영상을 결과로 검색한다. 그래서 칼라 히스토그램에 영상의 화소간 연관성을 특징으로 추가하는 CCV (Color Coherent Vector)<sup>[5]</sup>와 칼라 코렐로그램(color correlogram)<sup>[6,7]</sup> 등이 제안되었다. 이 방법들은 화소간의 연관성을 칼라 히스토그램에 추가함으로써 히스토그램 정보만으로 검색 성능을 향상시킬 수 있었다.

본 논문에서는 최근 제안된 칼라 코렐로그램에 공간정보를 더 추가하여 영상검색 성능을 향상시키는 방법을 제안하다. 이 방법은 영상을 복잡성

에 의해 분할하고 각각의 영역에서 칼라 코렐로그램을 얻어 영상검색에 사용하는 방법이다. 복잡성에 의해 영상을 분할하여 칼라 코렐로그램을 얻음으로써 기존의 칼라 코렐로그램에 영상의 복잡함에 대한 정보를 추가할 수 있다. 그래서 영상검색 성능과 계산량을 개선할 수 있다. 제안한 방법으로 영상검색을 하면 기존의 칼라 코렐로그램을 구하는 방법에 비해 적은 양의 칼라 코렐로그램으로 더 좋은 검색 결과를 얻어 낼 수 있다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

### II. 칼라 코렐로그램

칼라 코렐로그램은 영상 전체에서 일정한 거리를 가지는 화소간에 나타나는 칼라의 분포를 확률로 나타낸다.

$m$ 개의 칼라로 양자화된 영상  $I$ 에서 화소 간 거리가  $k$ 인, 칼라  $C_i$ 에서  $C_j$ 에 대한 칼라 코렐로그램  $r_{C_i, C_j}^k(I)$ 를 구하면 식 (1)과 같다.

$$r_{C_i, C_j}^k(I) = \Pr_{p_a \in I_C} [p_b \in I_C | p_a - p_b = k] \quad (1)$$

여기서,  $Pr[]$ 은 내부조건을 만족하는 확률,  $i, j = 0, 1, \dots, m$  그리고  $I_C$ 와  $I_C'$ 는 영상에서  $i$ 와  $j$ 번째 칼라를 가지는 모든 화소를 나타낸다. 칼라 코렐로그램은 일정거리에 있는 화소의 칼라 변화 정보를 포함하기 때문에 칼라와 에지정보를 포함 할 수 있다. 그래서 칼라 코렐로그램을 영상 검색에 사용하면 칼라 히스토그램과 CCV보다 검색 성능이 뛰어나다<sup>[6,7]</sup>.

우수한 영상검색 결과를 얻기 위해서는 다양한 거리  $k$ 에 대해 칼라 코렐로그램을 얻어야 한다. 이때 칼라 코렐로그램의 양이 증가하므로 많은 계산 시간이 요한다. 따라서 거리 종류를 줄여 적은 코렐로그램으로 영상검색 결과를 향상시킬 수 있는 방법이 필요하다.

### III. 영역 분할과 코렐로그램을 이용한 영상 검색

본 논문에서는 칼라 코렐로그램에서 사용하는 거리 수를 줄이면서 검색성능을 향상시키는 방법을 제안한다. 이 방법은 영상을 복잡성에 의해 분할하고, 각 영역에서 칼라 코렐로그램을 얻는다. 이는 얻어지는 칼라 코렐로그램에 영상의 복잡함에 대한 정보를 포함하기 때문에, 적은 거리 수와 칼라 코렐로그램의 양으로 검색 성능과 계산량을 개선할 수 있다.

영상을 복잡성에 의해 분할하기 위해, 영상의 에지 성분을 추출하고, 일정 크기의 마스크를 이용하여 마스크(mask) 내의 에지를 이루는 화소의 개수를 확인한다. 에지를 이루는 화소의 수에 따라 복잡한 영역과 복잡하지 않은 영역으로 영상을 분할한다. 그리고 원 영상을 칼라 양자화하여 칼라 인덱스(index)를 할당한다. 칼라 인덱스와 분할된 영상을 기초로 하여 분할된 영상의 영역 각각의 칼라 코렐로그램을 얻는다. 그리고 얻어진 칼라 코렐로그램을 유사도 측정함수로 비교하여 영상을 검색한다.

#### 1. 복잡성에 의한 영역 분할

에지 성분을 추출하기 우선 칼라영상을 흑백영상으로 변환한다. 얻어진 흑백영상에서 미분 연산자를 이용하여 에지 영상을 얻는다.

얻어진 에지 영상에서 일정 크기의 마스크를 영상의 좌우상하로 이동하면서 마스크 안의 복잡성을 확인한다. 마스크 안의 에지를 이루는 화소의 수가 임계값 이상이면 복잡한 영역으로, 그렇지 않으면 복잡하지 않은 영역으로 표시한다.

그리고, 마스크의 이동시 이전 마스크된 영역과 현재 마스크된 영역이 겹치는 경우가 발생한다. 겹쳐지는 부분은 항상 현재 마스크된 영역의 복잡성을 따르게 된다. 그림 1에서 A·B, B·C, C·D영역을 각각 마스크 영역이라고 정하고, A·B영역은 복잡하지 않은 영역, B·C는 복잡한 영역, C·D는 복잡하지 않은 영역이라고 가정하자. 마스크가 움직이면서 복잡성을 확인하면 B 영역만이 복잡한 영역으로 나타난다. 복잡한 영역이 복잡하지 않은 영역에 의해 가려지는 것을 막기 위해 본 논문에서는 기준을 복잡한 영역에 두고 겹치는 마스크 영역 중 한 곳 이상에서 복잡한 영역이 있다면 마스크 영역을 복잡한 영역으로 정한다.

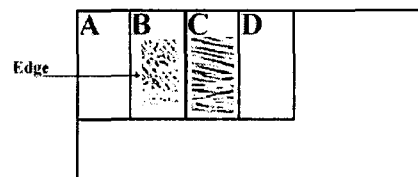
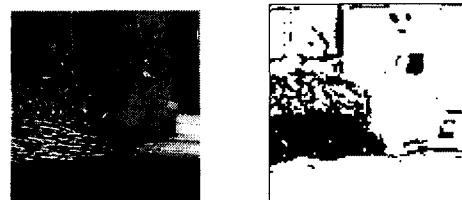


Fig. 1 A Example of an overlapping region

그림 2(b)는 2(a)를 복잡성에 의해 분할한 결과를 나타내고 있다. 그림 2(b)의 검은 부분은 복잡한 부분으로, 흰 부분은 복잡하지 않은 부분으로 판단된 부분이다.



(a) 영상 A (b) 영상 A의 분할 결과

Fig. 2 The results of image segmentation

#### 2. 복잡성에 의해 분할된 영역에서의 칼라 코렐로그램 획득

영상에서 칼라 코렐로그램을 획득하기 위해서

칼라 양자화가 필요하다. 만약 24 bpp(bits per pixel)인 트루 칼라(true color)로 이루어져 있는 영상에서의 칼라 코렐로그램은 1670만 × 1670만 크기로 나타난다. 즉 양자화 되지 않은 상태에서 칼라 코렐로그램을 얻을 경우 행렬의 크기가 커지고, 계산 시간이 늘어난다. 그리고 영상의 색의 변화에 따라 민감하게 칼라 코렐로그램이 변화되는 문제가 있다. 그래서 트루 칼라를 일정수의 칼라로 양자화 해야한다. 양자화된 칼라로 이루어진 영상을 이용하여, 복잡한 영역과 그렇지 않은 영역에서 각각 칼라 코렐로그램을 얻는다. 이 때 나타나는 칼라 코렐로그램의 형태는 그림 3과 같다.

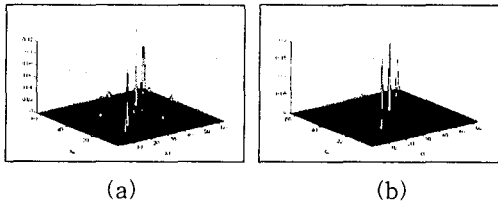


Fig. 3 The color correlograms of segmented regions  
(a) 그림 2의 복잡한 영역의 칼라 코렐로그램 (b) 그림 2의 복잡하지 않은 영역의 칼라 코렐로그램

그림 3은 그림 2의 복잡한 영역과 그렇지 않은 영역의 칼라 코렐로그램을 얻은 것을 그래프로 나타낸 것이다.

#### IV. 유사도 측정에 의한 영상검색

여러 장의 영상에서 얻어진 분할된 영역별 코렐로그램으로 유사한 영상을 찾기 위해서는 특징의 유사도를 측정해야 한다. 본 논문에서는 식 (2)와 같이 히스토그램 인터섹션 변형 식을 이용하여 유사도를 측정한다.

$$HI(I, I') = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \{ (\alpha \min(I_{\alpha[i][j]}, I'_{\alpha[i][j]}) + \beta \min(I_{\beta[i][j]}, I'_{\beta[i][j]})) \} \quad (2)$$

여기서,  $I$ 와  $I'$ 는 비교할 두 영상을,  $n$ 은 칼라 양자화 수준을 그리고  $\alpha, \beta$ 는 상수를 나타낸다. 그리고 영상  $I$ 의 복잡한 영역과 그렇지 않은 영역의 칼라 코렐로그램을  $I_{\alpha[i][j]}$ 와  $I_{\beta[i][j]}$ 로, 영상  $I'$ 의 복잡한 영역과 그렇지 않은 영역의 칼라 코렐로그램을  $I'_{\alpha[i][j]}$ 와  $I'_{\beta[i][j]}$ 으로 나타낸다. 영상

검색에서 식(2)에 의해 유사도  $HI(I, I')$ 가 큰 영상을 결과 영상으로 검색한다.

제안한 방법은 복잡성에 의해 영상을 분할하여 칼라 코렐로그램을 얻음으로써, 칼라 코렐로그램에 영상의 공간정보를 더 추가할 수 있다. 그래서 기존의 칼라 코렐로그램 방법이 검색 성능향상을 위해 다양한 거리에서 칼라 코렐로그램을 얻어야하는 문제를 해결할 수 있다.

#### V. 실험 및 고찰

제안한 방법의 효용성을 검증하기 위해 스케너, 인터넷과 비디오 정지 화상 등에서 얻은 638장의 서로 크기가 다른 영상으로 실험에 사용하였다. 칼라 좌표계는 RGB 좌표계를 사용하였으며 칼라 양자화는 64 단계로 하였다. 그리고 미분 연산자는 소벨(sobel) 연산자를 사용하였다. 복잡도를 확인하기 위한 마스크의 크기를 10 × 10으로 하고, 화소 간 거리는 장기관 거리 1로 하여 복잡성에 의해 나뉘어진 영역의 칼라 코렐로그램을 구하였다. 제안한 방법을 비교하기 위해 기존의 칼라 코렐로그램의 거리를  $k = \{1, 3, 5\}$ 로 정하였고, 질의 서로다른 17장의 영상을 사용하였다. 정답 영상은 여러 명이 직접 확인하여 정하였다. 그리고 제안한 방법에서 복잡한 영역과 복잡하지 않은 영역으로 나누는데 있어 마스크의 이동거리를 5 화소로 하였다. 영역의 복잡성을 나누는 임계값은 마스크 영역의 30%로 하고, 에지의 수가 임계값 이상이면 복잡한 부분으로 정하여 실험하였다. 그리고 상수  $\alpha, \beta$ 는 각각 1로 하였고 실험은 Ultra-Sparc II에서 이루어졌다.

제안한 방법의 성능을 비교하기 위해 식 (3)의 재현율(recall)과 식 (4)의 스코프(scope)를 사용하였다<sup>[10-12]</sup>.

$$Recall = \frac{SC}{SCD} \quad (3)$$

$$Scope : |\{Q'_i | 0 < rank(Q'_i) \leq Scope\}| \quad (4)$$

여기서,  $SC$ 는 결과로 나온 정답 영상의 수이고,  $SCD$ 는 데이터베이스에 존재하는 정답 영상의 수이다.  $Scope$ 는 검색 결과의 개수를 정하는 것이다. 여기서  $Q'_i$ 는 질의 영상  $Q_i$ 에 대한 검색된 정답 영상이다. 사용 특징의 성능은 스코프에 의해 얻어진 정답 영상에 대한 재현율을 구함으

로써 평가된다.

표 1은 일정 크기 이상이 되는 영상에 대한 외 에 대한 스코프에 대한 재현율을 비교한 것으로 제안한 방법이 주어진 스코프에 대해 기존 코렐 로그램 방법보다 결과가 우수하게 나타남을 알 수 있다. 질의 영상의 크기가 일정 수준 이하가 되면 기존 칼라 코렐로그램을 이용한 방법보다 결과가 좋지 않음을 알 수 있었다. 이유는 크기가 작은 영상은 영상의 각 영역의 복잡도가 거의 비슷하다고 볼 수 있는데, 그런 영상을 복잡한 영역 과 그렇지 않은 영역으로 분할하는 것은 오히려 특 징의 정확도를 떨어뜨리는 것으로 판단할 수 있다.

표 2는  $d=\{1,3,5\}$ 일 경우의 기존 칼라 코렐 로그램의 계산 속도와  $d=1$ 일 경우의 제안한 방법 의 계산 속도를 나타낸 것이다. 한가지 거리에 대 해 제안한 방법으로 코렐로그램을 추출하는 속도 는 세가지의 거리에 대해 기존의 코렐로그램을 추출하는 방법보다 빠름을 알 수 있다. 그리고 실험 조건에서 제안한 방법의 특징 양은 기존의 코 렐로그램의 2/3배이다. 즉, 제안한 방법은 기존 방법보다 빠르고 정확히 원하는 영상을 찾을 수 있다.

Table 1 The comparison with considering Scope vs. Recall

스코 프	재현율			
	제안 방법		기존 방법	
	총합	평균	총합	평균
5	14.053	0.878	13.267	0.829
10	14.664	0.917	14.160	0.885
20	14.830	0.927	14.270	0.890
30	15.500	0.969	14.666	0.917

Table 2 The comparison of speed for extracting features

	제안 방법	기존 방법
전체 시간	15분 44초	36분 30초
평균 시간	1.47초	3.43초

## VI. 결 론

본 논문에서는 영상의 복잡성을 이용하여 영상 을 분할하고, 분할된 영역에서의 칼라 코렐로그램 을 이용하여 검색하는 방법을 제안하였다. 이 방

법은 영상에서 에지를 구한 후, 일정 크기의 마스

크를 이동시키면서 마스크 영역의 에지 개수를 얻는다. 얻어진 에지 개수를 임계치에 따라 복잡 한 영역과 그렇지 않은 영역으로 분할한다. 그리 고 원 영상을 칼라 양자화하고 분할된 영상을 기 준으로, 복잡한 영역과 복잡하지 않은 영역의 칼 라 코렐로그램을 얻어 영상검색에 사용한다.

이 방법은 영상을 복잡성에 의해 분할하여 칼 라 코렐로그램을 얻음으로써 기존의 칼라 코렐로 그램을 이용한 검색 성능과 계산량을 개선할 수 있다. 실험을 통해서 제안한 방법이 기존의 칼라 코렐로그램보다 적은 특징 크기로서 보다 우수한 검색 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다.

## 참고문헌

- [1]W. Y. Ma, "Netra: A Toolbox for Navigating Large Image Databases," *Thesis of Ph of Doc. in Electrical & Comput. Engineering, California Univ.*, 1997.
- [2]W. Niblack, R. Barber, W. Equitz, M. Flickner, E. Glasman, D. Petkovic and P. Yanker, "The QBIC Project: Querying Images by Content Using Color, Texture, and Shape," *SPIE*, Vol. 1908, pp. 173-187, 1993.
- [3]노형기, 황분우, 문종섭, 이성환, "내용기반 영 상 정보 검색 기술의 현황," *전자공학회지*, Vol. 25, No. 8, pp. 798-806, 1998.
- [4]M. Swain and D. Ballard, "Color Indexing," *Int. J. of Comput. Vision*, Vol. 7, No. 1, pp. 11-32, 1991.
- [5]G. Pass and R. Zabih, "Histogram Refine- ment for Content-Based Image retrieval," *ACM, J. of Multimedia Syst.*, Vol. 7, No. 3 pp. 234-240, 1999.
- [6]J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu, and R. Zabih, "Spatial Color Indexing and Applications," *Int. J. of Comput. Vision*, Vol. 35, No. 3, pp. 245-268, 1999.
- [7]J. Huang, "Color-Spatial Image Indexing and Applications" *Thesis of Ph of Doc. in the Faculty of the Graduate School of Cornell Univ.* 1998.