

## JPEG2000기반 검색 알고리즘 개발

조재훈 · 김영섭<sup>†</sup>

<sup>†</sup>단국대학교 전자공학과

### Development to Image Search Algorithm for JPEG2000

Jae Hoon Cho and Young Seop Kim<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Department of Electronics Engineering, Dankook Univ.

#### ABSTRACT

In this paper, a new content-based color image retrieval method is proposed, in which both the color content and the spatial relationship of image have been taken into account. In order to represent the spatial distribution information of image, a disorder matrix, which has the invariance to the rotation and translation of the image content, has been designed. This is based on multi-resolution color-spatial information. We present our algorithm in the following section, and then verified the search results with comparison to other methods, such as color histogram, wavelet histogram, correlogram and wavelet correlogram. Experimental results with various types of images show that the proposed method not only achieves a high image retrieval performance but also improve the retrieval precision.

**Key Words :** Color descriptor, Image search, Wavelet, Content-based Image Retrieval

#### 1. 서 론

최근 디지털카메라, 휴대폰, PMP, MP3 등 다양한 멀티미디어 기기의 발달 및 저렴한 가격에 의해 보급이 확산되면서 다양한 멀티미디어 데이터들이 수집되고 있다. 멀티미디어 기기를 통해 수집되는 영상, 음성, 동영상 등의 데이터들 중 가장 많은 부분을 차지하고 있는 영상 데이터는 시간이 지남에 따라 기하급수적으로 데이터의 양이 증가하고 있다. 이에 따라 기하급수적으로 증가하는 멀티미디어 데이터를 보다 효과적으로 검색하기 위한 방법의 중요성이 부각되고 있다. 이러한 멀티미디어 데이터는 카메라를 통해 얻어지는 정지영상, 비디오, 오디오 데이터와 컴퓨터를 이용하여 조작 및 생성된 합성영상과 애니메이션, 플래시 등을 포함할 수 있다. 멀티미디어 데이터 중에서 영상은 특정 데이터를 검색하고자 할 경우 영상자체가 문자에 비하여 용량이 큰 특성을 가지며, 또한 비정형적이어서 신속하고 효율적인 검색이 용이하지 않은 점이 있다.

따라서 방대한 양의 영상 데이터베이스로부터 사용자가 원하는 영상을 효과적으로 검색하는 일은 매우 중요하다.

기존에 일반적으로 사용되어 왔던 검색 시스템은 대부분이 텍스트 기반의 검색 시스템이었으며, 이러한 검색 시스템은 검색에 사용된 인덱싱(Indexing) 데이터가 대부분 사람에 의해 작성되었기에 이미지가 증가할수록 많은 시간과 노동력이 요구되는 단점이 있었다.

텍스트 기반 검색 시스템의 문제점을 해결하기 영상 검색 방법 중의 하나인 내용기반 영상검색(Content-Based Image Retrieval)은 질의 영상으로부터 칼라(Color), 질감(Texture), 모양(Shape) 등과 같은 영상의 내용과 관련된 시각적 특징을 추출한 다음, 영상 데이터베이스(Database)로부터 미리 저장된 각각의 대상 영상 특징과 질의 영상의 특징과의 유사도를 측정하여, 질의 영상과 유사한 영상을 검색하는 기법으로 최근 다양한 방법들이 활발하게 연구되고 있다[1].

본 논문에서 다루어진 컬러 특징은 색상 채널 RGB, YCbCr, YIQ, HSV 등의 색상 채널 중에서 컬러 검색에 가장 좋은 영향을 갖는 HSV를 이용한다.

<sup>†</sup>E-mail : wangcho@dankook.ac.kr

본 논문에서는 내용 기반의 영상검색에서 주로 사용되는 컬러 정보에 관한 부분을 Daubechies filter 9/7와 콜렐로그래에 기반하여 영상의 특징 추출과 유사도 측정에 대하여 연구하였다. 본 논문에서 제안하고 있는 WWC(Weighted Wavelet Correlogram) 알고리즘을 컬러 특징 추출에서 주로 사용되는 Color Correlogram과 Wavelet Correlogram, Local Color Histogram, Scalable Color Descriptor[2]의 검색결과와 비교하여 성능을 평가하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 컬러 특징 추출과 유사도 계산에 대한 방향 벡터의 알고리즘을 설명한다. 3장에서는 실험 데이터를 통하여 제안 알고리즘의 성능을 분석하며 다양한 요소의 변경에 따른 성능을 평가한다. 4장에서는 제안된 알고리즘의 결론과 향후 과제로 마무리한다.

## 2. 컬러 기반의 검색 기술자

영상의 일반적인 특성은 디스플레이 혹은 인쇄상의 편의성을 위해 RGB 컬러 좌표로 구성되어 있는 경우가 많다. 하지만, 일반적인 컬러의 인식에 있어서는 RGB 각각의 성분으로 분리하여 인식하는 것이 아니라 색상(Hue) 성분을 위주로 인식하기 때문에 영상의 검색 분야에 RGB 컬러 좌표를 이용하게 되면 세 가지 성분에 대하여 모두 값을 일일이 고려해야 하는 단점이 생긴다. 따라서 본 논문에서는 영상을 색상(Hue), 채도(Saturation), 밝기(Value) 세 가지로 분석할 수 있는 HSV 컬러 좌표를 이용하였다[3].

### 2.1. WWC 기술자를 이용한 특징 추출 방법

컬러 특징을 추출하기 위해 이용된 WWC 기술자는 웨이블릿 코렐로그래[3]에 하위 밴드별 차별적인 가중치를 주어 중요도를 분산하고 계산량을 효과적으로 축소하여 컬러 특징을 추출한다[4].

WWC 기술자 추출 과정을 요약하면 다음과 같다.

1. 입력 영상을 HSV 3개의 채널로 분리
2. Daubechies filter 9/7을 이용하여 2 Level에 wavelet 적용
3. 각각의 subband와 scale에 다른 level의 양자화
4. 각 scale에서 LL, LH, HL subband에 계산된 양자화 코렐로그래
5. 2개의 채널에 차별적 가중치를 적용하여 컴비네이션

첫 번째 단계에서 입력 영상의 색상 채널을 HSV로 변환하여 변환된 3개의 색 채널 중 색상 정보를 가지고 있는 H채널과 S채널 두 개의 색 채널을 이용한다. 두 번째 단계의 분리된 색상 채널 별로 Daubechies 필터 9/7을 이용하여 2 레벨 웨이블릿을 적용한다. 그림 1은 2레벨 분할을 보여준다. 세 번째 단계에서 웨이블릿을 통해 나뉜 각각의 서브밴드와 비율에 다른 레벨의 양자화를 한다. 네 번째 단계에서 영상 정보를 거의 가지지 못하는 HH 서브밴드를 제외한 각 LL, LH, HL 서브밴드에 코렐로그래를 구한다. 다섯 번째 단계에서 H 채널과 S 채널의 각 서브밴드에 LL=2, LH=1, HL=1와 같은 차별적 가중치를 적용하여 컴비네이션 한다[5].

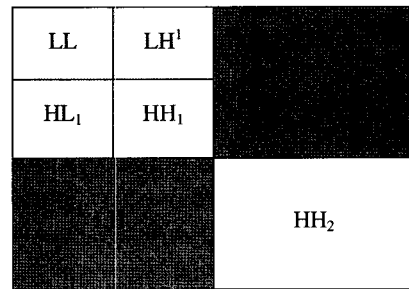


Fig. 1. Two level decomposition.

### 2.2. 각 하위밴드의 코렐로그래 계산

웨이블릿을 통하여 각각 나뉜 하위밴드에 코렐로그래를 계산한다. Fig. 2와 같이 영상정보를 가장 많이 가지는 LL밴드는 모든 8방향을 이용하여 8픽셀, 약간의 영상정보를 가진 LH밴드는 수직방향의 2픽셀, 약간의 영상정보를 가진 HL밴드도 수평방향의 2픽셀에 대하여 코렐로그래를 계산한다.

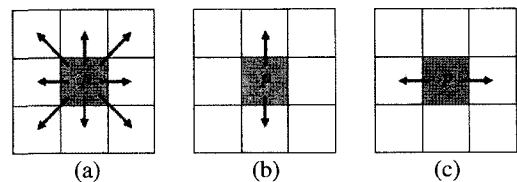


Fig. 2. Neighboring pixels of point p. (a) 8 directions for LL, (b) 2 directions for LH, and (c) 2 directions for HL.

### 2.3. 유사도 측정

유사도 측정을 위해 두 특징들 사이의 거리  $N1$ 을 계산한다. 거리  $N1$ 은 질의영상과 데이터베이스영상 사이의 다른 정규화된 컬러 코렐로그래의 합을 나타낸다. 거리  $N1$ 은 아래의 식에 의해 계산된다.

$$D(Q, T)_{WWC}^{N1} = \sum_{i=1}^m \frac{|C_{c_i}^{q(d)} - C_{c_i}^{t(d)}|}{1 + C_{c_i}^{q(d)} + C_{c_i}^{t(d)}} \quad (1)$$

$C^q$ 와  $C^t$ 은 질의영상과 데이터베이스영상의 웨이블릿 코렐로그램이며,  $m$ 은 코렐로그램의 빈 수이다.

### 3. 실험결과

#### 3.1. 검색 효율성 계산

검색 효율성을 평가하기 위한 방법으로 재현도 (Recall)와 정확도(Precision)를 계산하고 이에 대한 재현도 대비 정확도 그래프(P-R Graph)를 사용하였다. 정확도는 검색 결과 이미지 수(Number of Retrieved Images)에 대해 질의 이미지와 유사한 이미지 수(Number of Relevant Images)의 비율을 의미하며, 재현도는 질의 이미지와 유사한 이미지 수에 대해 검색 결과 이미지 수의 비율을 의미한다. 유사한 이미지의 객관적 평가 기준은 질의 이미지와 동일한 카테고리에 포함되는지의 여부를 통하여 측정하였다[6].

재현도와 정확도를 확률적으로 표현하면 수식(2), 수식(3)과 같다. 집합 A는 질의 이미지와 유사한 이미지로 동일한 카테고리에 포함되는 이미지 집합이고, 집합 B는 질의 이미지를 통한 검색 결과 이미지 집합이다.

$$recall = P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{a}{a + c} \quad (2)$$

a는 검색 결과 내에서 질의 이미지와 유사한 이미지들의 수이고 b는 검색 결과 내에서 질의 이미지와 유사도가 적절하지 않은 이미지들의 수이며 c는 질의 이미지와 유사한 이미지가면서 검색되지 않은 이미지들의 수이다.

$$precision = P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{a}{a + c} \quad (3)$$

질의 과정은 카테고리의 각 영상을 차례로 질의 영상과 비교한다. 그러므로 질의는 데이터베이스에 있는 모든 영상의 수와 동일하게 수행된다.

#### 3.2. 영상 데이터베이스

MPEG-7 CCD(common color dataset)[7] 영상 데이터베이스를 이용하여 제안된 기술자를 평가한다. CCD 영상 데이터베이스는 일반적으로 영상 프로세싱과 다양한 특징의 분석을 위하여 MPEG그룹에서 사용되고 있는 데이터베이스이다. 본 연구에서는 CCD 영상 데이터베이스 중 일부분에 해당하는 영상 387개를 임의

적으로 선별된 240×320, 256×384, 288×352, 512×768 크기의 다 해상도의 영상과 387개의 240×X로 각각 정규화 한 영상 774개의 영상을 사용하였다.

#### 3.3. 실험 결과

Fig. 3은 WWC기술자와 비교를 위한 다른 기술자들의 실험 결과를 보여주고 있다.

이 실험은 검색 결과의 랭킹을 5%, 10%, 15%, 20%, 그리고 25%로 구분하여 재현도(Recall)와 정확도(Precision) 곡선을 비교하였다. 실험에 사용된 총 774개의 영상은 각 랭킹에 따라 23, 46, 70, 93 그리고 116개의 영상을 갖는다.

Fig. 3에서 WWC(blue)은 weighted wavelet correlogram, CCQ(magenta)는 color correlogram, WC(green)은 wavelet correlogram, LCH(cyan)는 color histogram과 SCD(brown)은 scalable color 기술자이다.

Fig. 4는 WWC 기술자를 이용하여 동일한 범주 안

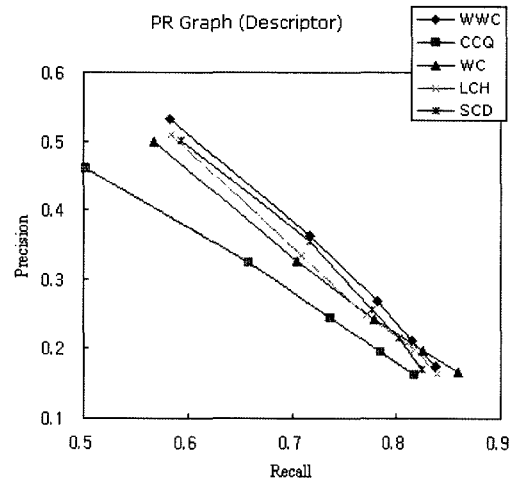


Fig. 3. Recall and Precision Curve to Compare among Other Methods.



(a) Query image with 352×288 resolution, named i0312\_add5.jpg



(b) image with 250×196 resolutions in the same category of (a)

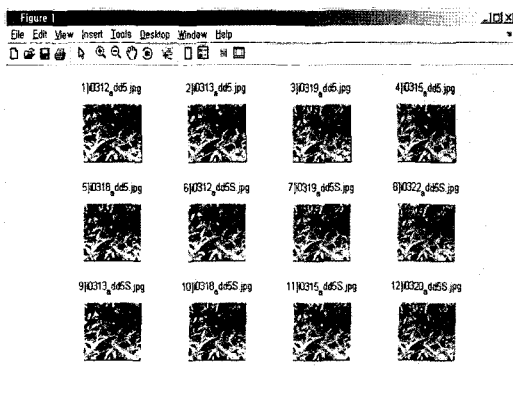
Fig. 4. Example of a query image (a) and its relevant image..

**Table 1.** Search Ranking order for a query image in Fig. 3.

Descriptor	Ranking
Wavelet correlogram	13
Color correlogram	18
Local color histogram	8
Scalable color descriptor	42
Our descriptor (WWC)	6

에서 검색된 질의영상과 검색영상이다. 본 연구에 이용된 기술자는 다 해상도의 영상에 대하여 더욱 효과적인 검색 효과를 보인다.

Table 1은 동일한 질의영상을 가지고 다른 해상도를 가지는 영상에 대한 검색 결과이다. WWC기술자를 이용하여 동일한 영상에 대하여 다른 해상도의 결과를 랭킹 6위에서 찾을 수 있었다. Fig. 5는 WWC를 이용하여 찾은 검색의 결과를 보여주고 왼쪽 위가 우리가 사용한 쿼리 이미지이다.

**Fig. 5.** Example of Search Results by WWC; Top left is the query image.**Table 2.** Computational characteristics of each methods.

	Feature Extract Time [sec/image]	Search Time [sec/image]	Feature Vector Dimension
	352x288 image	Top 10 search	32 bins
LCH	0.463	0.234	96
SDC	0.729	0.359	64
CCQ	3.416	0.320	96
WC	8.050	0.244	96
WWC	7.485	0.726	72

### 3.4. 성능

Table 2는 구현환경 1.8GHz Pentium IV CPU, 512 Mbytes main memory, Windows XP professional OS의 환경에서 MATLAB7.0[8]을 사용하여 각 기술자의 특징 추출과 검색에 따른 평균 처리시간을 계산한 결과이다. 해당 시간은 전체 이미지에 대해 총5회 검색을 수행하여 하나의 이미지에 대한 특징 추출과 검색을 수행하는데 걸린 시간에 대해 평균으로 계산되었다. C 프로그램을 이용하여 계산하면 더욱 빠른 성능을 얻을 수 있다.

## 4. 결 론

본 논문에서는 내용 기반 영상 검색을 위하여 다해상도 컬러 특징에 근거한 영상 검색 기법을 제안하였다. 컬러 특징을 추출하기 위해 9/7 Daubechies filter과 Wavelet Correlogram에 기반한 WWC 기술자를 이용하였고, 추출된 컬러 특징의 효율적인 유사도 측정을 위해 각각의 차원들과 표준편차 벡터들에 의해 정규화하였다. 제안된 WWC 기술자는 다른 콜렐로그래프 알고리즘이나 히스토그램을 이용한 알고리즘과 비교하여 2배나 3배정도의 정확한 검색 능력을 가진다는 것을 이 논문에서 알 수 있다. 앞으로 제안된 WWC 기술자는 다른 질감, 모양 기술자와 함께 사용할 수 있으며 함께 사용할 경우 하나의 기술자를 사용했을 때 보다 더욱 정확한 검색 능력을 가진다.

## 감사의 글

이 연구는 2005년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

## 참고문헌

- Smeulders, A. W. M., Worring, M., Santini, S., Gupta, A. and Jain, R., "Content-based image retrieval at the end of the early years", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. Vol. 22, pp 1349-1380, Dec. 2000.
- ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11., "Overview of MPEG-7 Standard", document no. N3445, Geneva, May/June 2000.
- Abrishami Moghaddam, H. Taghizadeh Khajoie, T. and Rouhi, A. H. "A New Algorithm for Image Indexing and Retrieval using Wavelet Correlogram", Proceedings of International Conference on Image Processing (ICIP), Vol. 3, pp. III, 497~500, 2003.

4. ISO/IEC JTC1/SC29/WG1N3506, 20 Jan. 2005, "Image Search System Components and Standardization Scope Recommendations".
5. ISO/IEC JTC1/SC29/WG1N3641, 30 June 2005, "Test Platform, Image Database and Example Use Cases for Image Search".
6. Akio Yamada, Mun-Kew Leong, Wo Chang, "ISO/IEC PDTR 24800-1: Framework and System Components", ISO/IEC JTC1/SC29/WG1Nxxxx, July, 2006.
7. Web Site : <http://www.mpeg.org>, <http://www.jpeg.org>
8. Rafael, C., Gonzalez, Richard E. Woods, Steven, L. Eddins, "Digital Image Processing using MATLAB", Prentice Hall, 2004.