

여현변환 계수를 이용한 이미지 탐색 알고리즘

이 석 한*

A Image Search Algorithm using Coefficients of The Cosine Transform

Seok-Han Lee*

요 약 내용기반 영상검색은 영상 내의 정보인 색상, 질감, 형태 등의 특징 값을 추출하여 검색에 이용한다. 본 논문에서는 8x8 이산여현변환, 즉 8x8 DCT(Discrete Cosine Transform) 후 얻어지는 DC, AC계수를 이용하여 필터뱅크(filter-bank)를 생성하고, 이를 영상의 내용기반 검색에 이용하는 검색방법을 제안한다. 제안된 방법은 생성된 DCT 필터뱅크에서 DC성분과 주요한 AC성분인 AC01, AC10, AC11 만을 이용하며, DC성분에 대한 양자화를 수행하여 계산량을 최소화한다. 그리고 양자화된 DC성분에 대한 히스토그램 정보를 기반으로 영상 검색에 필요한 특징 값을 산출한다. AC성분에 대해서는 Otsu 이진화를 통하여 개괄적인 형태정보를 취득한 다음 이에 대한 수평/수직 방향으로의 투영 히스토그램을 계산하여 특징 값을 취득한다. 추출된 AC성분의 특징 값은 DC성분의 특징 값과 함께, 특징벡터 빈(feature vector bins)을 구성하여 검색을 수행한다. 실험은 1000장의 데이터베이스를 이용하여 수행 되었으며, 기존의 색상정보를 이용한 검색방법보다 우수한 성능을 보임을 확인하였다

Abstract The content based on image retrieval makes use of features of information within image such as color, texture and shape for Retrieval data. we present a novel approach for improving retrieval accuracy based on DCT Filter-Bank. First, we perform DCT on a given image, and generate a Filter-Bank using the DCT coefficients for each color channel. In this step, DC and the limited number of AC coefficients are used. Next, a feature vector is obtained from the histogram of the quantized DC coefficients. Then, AC coefficients in the Filter-Bank are separated into three main groups indicating horizontal, vertical, and diagonal edge directions, respectively, according to their spatial-frequency properties. Each directional group creates its histogram after employing Otsu binarization technique. Finally, we project each histogram on the horizontal and vertical axes, and generate a feature vector for each group. The computed DC and AC feature vectors bins are concatenated, and it is used in the similarity checking procedure. We experimented using 1,000 databases, and as a result, this approach outperformed the old retrieval method which used color information.

Key Words : Image Processing, Cosine Transform, Color Image, Image Search, Color Histogram

1. 서론

컴퓨터와 통신기술의 발달에 따라 영상 및 비디오 등을 중심으로 멀티미디어 정보 대한 서비스 요구가 증대 되어 왔으며, 특히 보다 효율적이고 편리한 멀티

미디어 서비스를 제공하기 위한 멀티미디어 검색 기술 연구가 최근 활발히 진행되어 오고 있다. 멀티미디어를 검색 하는 방법에는 다음과 같이 두 가지로 나눌 수 있다[1, 2]. 첫번째 방법은 텍스트기반(Text-based) 검색 방법이다. 텍스트기반 검색 방법

*Department of Information and Communication Engineering, Jeonju University
 Received December 28, 2018

Revised January 04, 2019

Accepted January 22, 2019

은, 해당 영상에 대해서 파일이름, 주제 등을 키워드로 정하고 이를 색인으로 사용한다. 텍스트기반 검색 방법은 사람이 키워드를 정하기 때문에 제한된 범위 내에서는 효율적인 검색이 가능하다. 하지만, 대용량의 멀티미디어에서는 사람이 일일이 색인을 첨가해야 하기 때문에 시간과 비용이 많이 들며, 색인을 첨가하는데 있어서 색인을 부여하는 사람의 관점과 검색하는 사람의 관점이 다르면, 검색 효율이 떨어진다. 두번째 방법은 내용기반 영상검색(CBIR, Content Based Image Retrieval) 방법이 있다. 내용기반 영상검색은 영상 내의 특징정보인 색상(Color), 질감(Texture), 형태(Shape) 등을 자동으로 추출하고, 이를 색인으로 이용하여 검색을 수행한다. 영상에 포함된 시각정보는 텍스트에 비하여 보다 효율적이고 객관적인 정의가 가능하기 때문에 다양한 관련 연구들이 진행되어져 오고 있다 [1-7]. 대표적인 내용기반 영상검색 시스템 개발로는 Columbia 대학의 WebSEEK[4], California대학의 Blobworld[5], IBM의 QBIC의[6-7] 등이 있다. 본 논문에서는 8x8 DCT 변환 후 얻어지는 DC, AC계수를 이용하여 필터뱅크(filter-bank)를 생성하고, 이를 영상의 내용기반 검색에 이용하는 검색방법을 제안한다. 제안된 방법은 생성된 DCT 필터뱅크에서 DC성분과 주요한 AC성분인 AC01, AC10, AC11 만을 이용하며, DC성분에 대한 양자화를 수행하여 계산량을 최소화한다. 그리고 양자화된 DC성분에 대한 히스토그램 정보를 기반으로 영상 검색에 필요한 특징 값을 산출한다. AC성분에 대해서는 Otsu 이진화를 통하여 개괄적인 형태정보를 취득한 다음 이에 대한 수평/수직 방향으로의 투영 히스토그램을 계산하여 특징 값을 취득한다. 추출된 AC성분의 특징 값은 DC성분의 특징 값과 함께, 특징벡터 빈(feature vector bins)을 구성하여 검색을 수행한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 색상영상 검색 방법에 대해서 기술하며, 3장에서는 DCT 필터뱅크(DCT Filter-Bank)를 이용한 색상영상 검색 방법을 제안한다. 4장에서는 실험 및 결과분석을 수행하고 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 기존의 컬러영상 검색 방법

2.1 컬러 히스토그램 기반의 영상검색

컬러 히스토그램은 Swain와 Ballard[11]에 의해 제안된 방법으로, 컬러공간을 이용하는 검색 방법 중 가장 간단하여, 널리 사용되고 있다. 컬러 히스토그램은, 그림 10와 같이 컬러 영상에서, 각 채널의 모든 픽셀의 밝기 값의 빈도수를 계산하여 이를 검색에 이용 한다. 컬러 히스토그램은 영상의 회전(rotation) 및 이동(translation)에 대해서 어느 정도는 강건한 성능을 보인다. 하지만, 다량의 bin을 가지는 히스토그램은 계산량을 증가 시킨다. 또한, 컬러 히스토그램은 영상에서의 픽셀에 대한 공간정보를 전혀 고려 하지 않고, 영상의 밝기의 분포만을 검색에 이용하므로 영상은 전혀 다른데 히스토그램의 밝기 분포가 비슷하면, 유사한 영상으로 판단하는 오류가 있다.

2.2 CCV(Color Coherence Vector) 기반 영상검색

CCV (Color Coherence Vector)는 Pass와 Zabih[9-10] 등이 공간정보를 고려하지 않는 컬러 히스토그램의 단점을 해결하기 위하여 제안한 방법이다. CCV는 영상 내의 컬러 값이 응집되어 있는지 비 응집 상태인지를 구분하여 컬러 정보를 이용하는 방법이다. CCV를 수행 하기에 앞서, 흐림연산(blur)와 양자화(quantization)을 수행 한다. 그리고 컬러의 응집 여부를 결정하기 위하여 기준이 되는 픽셀의 갯수를 사전에 설정한 다음 값 연속이 되는 픽셀들 기준 값 이상이면 응집(coherence), 4개 미만이면 비 응집(incoherence) 이라고 판단한다. 그리고 전체 컬러 값의 범위를 임의의 갯수의 컬러범위로 컬러공간을 구분한다. 예를 들어, 각 픽셀의 값이 10~19이면, bucket 1, 20~29이면, bucket 2, 30~39이면, bucket 3으로 하여, 컬러공간을 구분하고 이와 같은 bucket 정보를 기반으로 영상에 대한 검색을 수행한다. CCV는 컬러 히스토그램처럼 영상 내의 조명 변화나 관측 위치, 크기 변화 등에 어느 정도 무관하게 적용이 가능하나 계산량이 많아 수행 시간이 오래 걸리고 사전에 많은 수의 실험을 통하여 임계값을 계산해야 하는 단점이 있다

2.3 컬러 코렐로그램(Color Correlograms) 기반의 영상 검색

컬러 코렐로그램(Color Correlograms)은 Huang[12] 등에 의해 제안된 방법이다. 컬러 코렐로그램은, 영상의 각 픽셀과 그 픽셀에서 일정거리 만큼 떨어진 모든 픽셀에 어떤 컬러가 나타나는가를 2차원 확률로 나타낸다. 이는 영상에 존재하는 하나의 컬러를 가지는 영역의 크기 정보와 픽셀 사이에서 컬러값이 변화하는 정도에 대한 정보 모두를 검색에 이용하기 때문에 하기 때문에 컬러히스토그램 보다 성능이 우수하다. 하지만, 하나의 컬러를 가지는 영역의 크기가 서로 다른 두 영상에서 얻어진 오토 코렐로그램 영역의 빈(bin)값의 차이가 크게 벌어질 수 있는 특성이 있으며 이러한 경우 두 개의 컬러 코렐로그램의 유사도가 낮아지는 오류가 발생할 가능성이 있다. 이러한 경우 컬러분포 및 특징이 유사한 두 장의 영상을 다른 내용의 영상으로 판단할 수 있는 문제점이 있다.

2.4 DCT(discrete cosine transform)를 이용한 영상검색

DCT(discrete cosine transform)[14]는 정현파 및 여현파 함수를 기저함수로 이용하는 이산 변환이며, 공간영역에서의 신호 에너지를 주파수 영역으로 변환한다. 예를 들어, 8x8 블록의 크기로 나누어 DCT변환을 수행하면, 변환영역에서 각 블록 내에 64개의 변환 계수를 얻을 수 있다. 각 블록 내에서 좌측 상단에는 평균밝기 값을 나타내는 저주파 성분인 1개의 DC계수와 DC계수를 제외한 나머지 63개의 AC계수가 분포한다. 기존의 DCT특징을 이용하는 검색방법은, JPEG으로 압축이 되어 있는 영상에 대하여 YCbCr 컬러공간 상에서 DCT변환을 수행하여 각 채널에서 얻어지는 DC성분과 AC성분에 대해서 특징 값을 추출하는 방법 [15]과 RGB 컬러공간에서 HSI 컬러공간으로 변환하여, 각 채널의 DC성분을 양자화 하여 특징 값을 이용하는 검색 방법[16], AC성분의 주요한 성분과 수평, 수직, 대각선 방향의 공간정보를 활용하기 위하여 블록 단위로 에너지 값을 구하여 특징 값을 추출하는 방법 [17] 등이 있다. AC성분에 대한 에너지 값을 구하여 검색 하는 방법은 계산량이 많지 않아 수행속도가 빠

르고 구현이 간단하지만 검색 성능은 높지 않고, HSI 컬러공간에서 각 채널의 DC성분에 대해서 양자화를 통하여 검색하는 방법은 DCT 매크로 블록 내의 평균 컬러만 사용하게 되기 때문에 검색성능이 높지 못한 단점이 있다.

3. 제안된 검색 방법

3.1 계수 설정 과정

DCT는 직교변환을 통하여 데이터를 특정한 성분으로 집중하여 영상의 데이터 압축율을 높이는 기본적인 변환이다. 영상에 대해 DCT 변환 후 얻어지는 중요한 정보는 저주파 영역에 집중 분포하기 때문에 저주파 영역의 정보만을 이용해도 영상을 압축 할 수 있다. 또한 DCT는 복소수 계산을 하지 않는 계산상의 장점과 구현이 비교적 쉬운 장점을 가지고 있다. 식(1)은 8x8 DCT 변환식이며, $f(u, v)$ 는 주파수 영역을 나타내며, $g(i, j)$ 는 영상의 공간 영역을 나타낸다. 그림1은 영상에 대해서 DCT 변환된 결과이다. 8x8 DCT로 변환된 각 블록에서는 총 64개의 계수가 생성된다. 이중 좌측상단에 있는 계수는 저주파 성분인 DC 계수이며, 평균 밝기를 나타낸다. 나머지 63개는 고주파 성분인 AC계수들이며, 이들 AC계수들의 값은 특정 방향과 특정 변화율을 가지고 있다.

$$f(u, v) = \frac{1}{4} C(u, v) \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 g(i)h(j), \quad (1)$$

$$g(i) = \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16},$$

$$h(j) = \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16}.$$

$$C(u, v) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{2}}, & \text{for } u = 0, v = 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}. \quad (2)$$

8x8 DCT 변환된 블록에는 좌측상단에 1개의 DC 계수와, 63개의 AC계수가 AC01, AC10, AC11, ... AC07, AC70, AC77 까지 분포가 되어 있다. 이들 각각의 계수들은 64개의 각 블록 내에서 존재 한다. 그림 2는 주파수 개역별로 분류된 DCT 계수들을 보인다.

그림 2의 좌측 상단에는 각 블록에서 DC계수들만을 모아 놓은 것을 보이며 원 영상을 축소시킨 것과 유사한 결과를 보인다. 나머지 AC계수들도 각 블록에서 동일 성향을 갖는 AC계수끼리 묶어 놓으면 에지 추출한 결과와 유사하다. DCT 필터뱅크 내에 있는 AC성분들은 그림3과 같이 수평, 수직, 대각선의 방향을 가지게 된다. 생성된 필터뱅크는 영상의 주파수별 분석이 가능하고, 특징 값 추출 시 영상에 따라 AC계수를 효율적으로 사용할 수 있으며 접근도 빠른 장점이 있다.



그림 1. (a) 원 영상과 (b) 8x8 DCT 변환 결과
Fig. 1. Original image and 8x8 DCT result Image
: (a) Original Image, (b) Its DCT result.

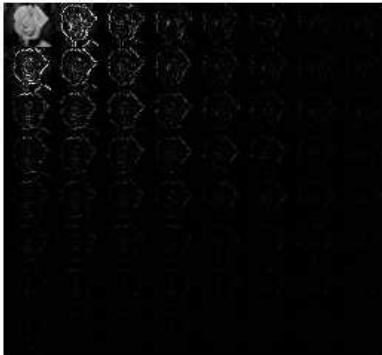


그림 2. 제안된 방법을 통하여 생성된 DCT 필터뱅크.
Fig. 2. DCT Filter-Bank for the proposed method.

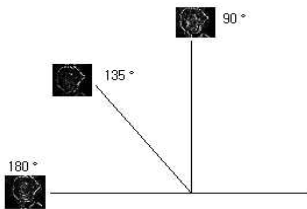


그림 3. DCT 필터뱅크에서 추출된 AC계수의 방향정보
Fig. 3. Orientation information of extracted AC Coefficient from the DCT filter-bank.

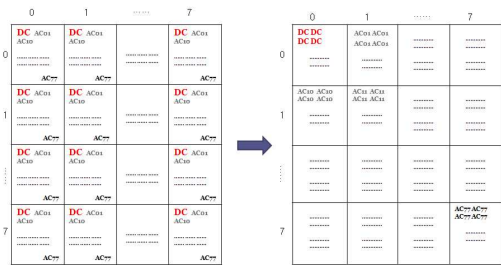


그림 4. 제안된 방법을 위한 DCT 필터뱅크 생성 과정
Fig. 4. DCT filter-bank extraction for the proposed method.

3.2 변환 계수를 이용한 특징 값 추출

제안된 방법에서는 생성된 DCT 필터뱅크에서 DC 성분과 주요한 AC성분인, AC01, AC10, AC11만을 추출하여 검색에 이용한다. AC계수인 AC01, AC10, AC11 각각은 컬러영상 DCT 매크로 블록 내의 수직, 수평, 대각선 성분에 대한 계수이며 제안된 알고리즘에서는 이러한 기하학적 정보를 컬러영상 검색 알고리즘에 이용함으로써 기존의 알고리즘이 갖고 있던 단점 및 문제점을 극복하고자 한다. 한편 보다 더 많은 수의 필터뱅크를 사용할 수도 있으나 DCT 계수 중 거의 대부분의 성분이 DC 및 저주파 계수 주변에 집중되는 특성을 감안하여 DC 및 AC01, AC10, AC11 계수만 이용하기로 하였다. 그림 4는 제안된 DCT필터뱅크 생성 과정을 보인다. DCT 필터뱅크에서 추출한 DC성분은 히스토그램을 이용하여, 특징 값을 추출한다. 추출한 DC성분에 대한 히스토그램은 그림5(b)와 같다. 제안된 검색 방법에서는 계산량을 줄이기 위하여,

$2^6 = 64$ 단계로 양자화(Quantization)를 수행하였다. 양자화 된 DC성분에 대한 히스토그램은 그림5(c)와 같다. 또한 그림5(a)의 RGB 원 영상에 대해서 채널 분리 후 히스토그램 분포와 유사함을 알 수 있다. 양자화 된 DC성분의 히스토그램은 64개 빈(bin)을 갖는다. 검색을 위한 AC성분은 DCT 필터뱅크 내의 주요한 AC성분인 AC01, AC10, AC11만을 추출한다. 이들 주요한 AC성분은 영상 내의 대략적인 형태정보를 나타낸다. 이진화 기법은 Otsu 이진화(Otsu binarization)[18]를 이용하였다. Otsu 이진화는 두 정점을 갖는 히스토그램 분포에서 계곡점(valley)가 되는 값을 중심으로, 분산의 최대값을 자동으로 선택하여

이진화 하는 방법이다. Otsu 이진화 방법은 식(5), 식(6)에서와 같이 η 을 분산으로 사용 할 때, 최적의 임계값을 얻기 위하여 분산 값 η 을 최대값으로 만드는 k 값을 선택한다.

$$\max(\eta(k)) = \max\left(\frac{\sigma_B^2(k)}{\sigma_T^2}\right), \quad (5)$$

$$\max(\sigma_B^2(k)). \quad (6)$$

식(5)에서 $\sigma_B^2(k)$ 은 식(7)과 같다.

$$\sigma_B^2(k) = \frac{(m_T \omega(k) - m(k))^2}{\omega(k)(1 - \omega(k))}. \quad (7)$$

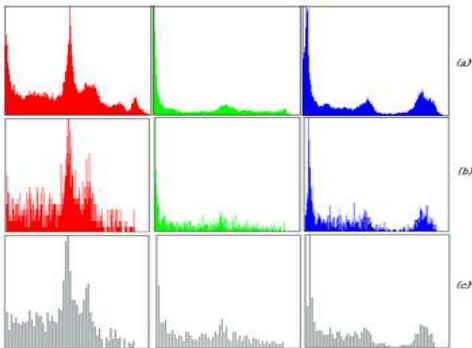


그림 5. (a) 원 영상에 대한 히스토그램, (b) DC성분에 대한 히스토그램, (c) DC성분에 대한 64 level 양자화 수행 후의 히스토그램

Fig. 5. (a) Histograms of original image, (b) Histograms of DC components (c) Histograms of DC components quantized by the level 64.



그림 6. 투영 히스토그램 생성 과정
Fig. 6. Computation of the projection histogram.

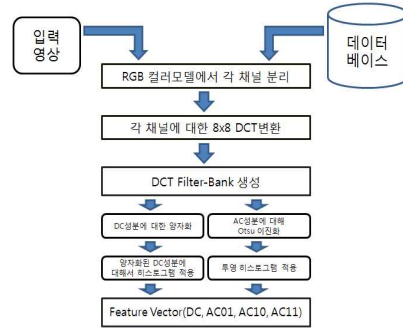


그림 7. 제안된 알고리즘 블록도
Fig. 7. Block diagram of the proposed method.

식(7)을 이용하여 $\max(\sigma_B^2(k))$ 을 부여하는 k 를 최대값으로 구하고, 이것을 임계값으로 정한다[18]. Otsu 이진화가 수행된 후에는 영상의 형태정보를 추출하기 위하여, 투영 히스토그램(projection histogram)을 이용한다. 투영 히스토그램은 그림6과 같이, 각각 수평/수직 방향으로 픽셀의 값이 255인 픽셀만을 카운트 하여, 수평/수직 방향으로 32개씩의 빈을 산출 한다. 이렇게 산출된 AC성분들은 192개의 빈을 갖는다. 본 논문에서는 표1과 같이 256 빈(bin)으로 구성된 특징벡터 빈(Feature Vector Bins)을 검색에 이용한다. 특징벡터 빈은 앞서 추출한 64개의 빈으로 구성된 DC성분 빈과 주요한 AC성분만을 수평/수직 방향으로 투영한 192개의 빈으로 구성된다. 그림 7에 제안된 알고리즘 블록도를 보인다.

4. 실험결과

제안된 영상검색 방법을 위한 실험환경은, Intel Core2Quad Q6600 2.4GHz, 4G 메모리이며, 실험에 사용된 데이터베이스 영상은 그림 9에서 보이는 James Z. Wang[19]의 1000장으로 구성되어 있는 데이터베이스를 256x256 영상의 크기로 변환하여 검색에 이용하였다. 표 4는 실험에 사용된 데이터베이스에 대한 분류나타내고, 그림11은 사용된 데이터베이스 영상들을 보인다. 제안된 검색방법과 성능비교를 위해 색상 히스토그램[8], CCV[9-10], 색상 코렐로그램[11-12] 방법과 검색 성능을 비교하였다.

표 1. 검색을 위한 특징벡터 빈

Table 1. Bins of feature vector for retrieval.

DC	AC01		AC10		AC11	
	수평 방향	수직 방향	수평 방향	수직 방향	수평 방향	수직 방향
64	32	32	32	32	32	32

표 2. 데이터베이스 분류

Table 2. Database classification.

분류	영상의 수	분류	영상의 수
인디언	100 장	코끼리	100 장
해변	100 장	꽃	100 장
건축물	100 장	말	100 장
공룡	100 장	산	100 장
버스	100 장	음식	100 장

색상공간은 제안된 방법과 동일하게 RGB 색상공간을 사용하였다. 색상 코렐로그래프의 거리는 일반적으로 많이 사용되고 있는 {1,3,5,7}를 선택하였다. 또한 CCV의 응집 기준이 되는 값, $r=4$ 를 적용하였다. 그림 8은 실험에 사용된 영상검색 시스템과 그 결과를 보여 준다. DCT 필터뱅크를 이용하여 각 채널에서 검색을 위한 특징벡터 빈이 구성이 되면, 식(10)의 L1-Distance 유사도를 구한다.

$$Distance(Q, I) = \sum_{j=1}^n |Q(f_j) - I(f_j)|. \quad (10)$$

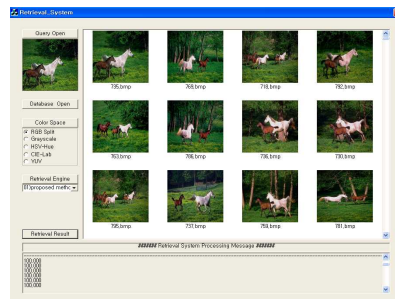
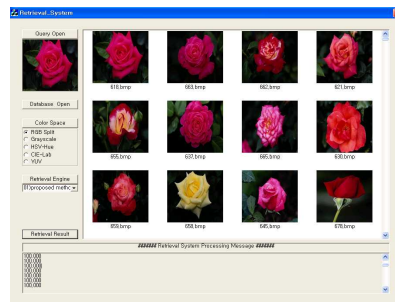
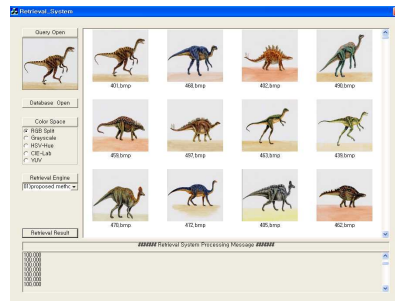


그림 8. 실험에 이용된 영상 검색 시스템
Fig. 8. Retrieval System.



그림 9. 실험에 사용된 영상 데이터베이스
Fig. 9. Database images for experiments.

위의 식(10)에서 Q는 질의영상을 의미하고, I는 데이터베이스 영상을 나타낸다. f는 검색에 사용되고 있는 특징벡터 빈이다. 여기에서 n은 한 영상의 한 채널의 특징벡터 빈의 개수가 256 이므로, n=256이다. 성능평가 방법은 정확도를 나타내는 Precision식(11)과 재현율을 나타내는 Recall 식(12)을 이용하여 성능평가를 수행한다. 정확도는 검색된 영상 중에서 질의 영상과 관련된 영상의 비율을 나타내고, 재현율은 영상 데이터베이스 내에서 질의영상과 관련된 영상 중에서 검색된 비율을 나타낸다.

$$Precision = \frac{Rr}{Tr}, \quad (11)$$

$$Recall = \frac{Rr}{T}. \quad (12)$$

Rr은 검색된 영상 중에서 질의영상과 관련된 영상의 수를 나타내며, T는 검색 대상 중에서 질의영상과 관련된 항목의 총 수를 나타내고, Tr은 검색된 항목의 총 수를 나타낸다. 주제별 영상을 대상으로 실험된 각각의 알고리즘에 대한 성능비교는 그림10, 그림11, 그림12와 같고, 각각의 검색 정확도는 표3, 표4, 표5에 보이는 바와 같다. 테스트 결과에서 전반적으로 제안된 검색방법이 기존의 색상 기반 검색방법보다 우수한 성능을 보이는 것을 알 수 있다. 주목해야 할 부분은 공통 영상에서의 검색 결과이다. 그림 10 및 표 3에서 알 수 있듯이 공통 테스트영상 대상의 실험결과 정확도 평균 값이 99%를 넘는 것을 볼 수 있다. 이는 공통 테스트 영상의 뒷 배경이 단순하다는 특징을 갖고 있기 때문이라고 판단된다. 제안된 방법은 DC성분과 AC성분인, AC01, AC10, AC11을 이용하며 따라서 DC성분 값에 의해 검색결과가 영향을 받을 수 있다. 뒷 배경이 단순한 영상의 경우 영상의 특성상 DC 계수의 비율이 더 커질 수 있으며 이러한 특성이 검색 결과에 반영되었기 때문이라고 보인다. 반면에 꽃 영상과 말 영상의 경우 공통 영상에 비해 다소 복잡한 배경을 갖고 있으며 따라서 검색 결과가 DC 성분의 영향을 덜 받는다는 것을 확인할 수 있다. 하지만 모든 실험에서 기존의 방법보다 향상된 검색 정확도를 확인할 수 있다.

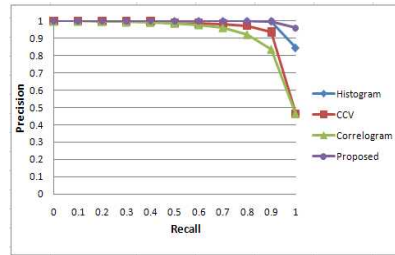


그림 10. 공통 영상에 대한 검색성능
Fig. 10. Retrieval performance about dinosaur images.

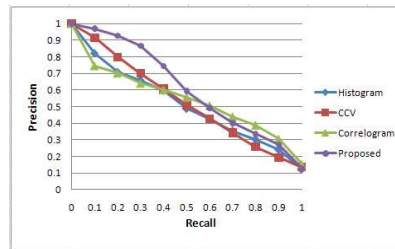


그림 11. 꽃 영상에 대한 검색성능
Fig. 11. Retrieval performance about flower images.

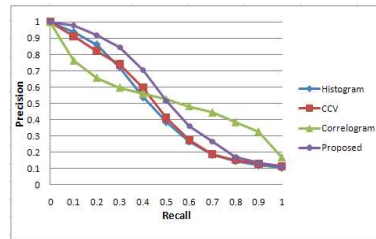


그림 12. 말 영상에 대한 검색성능
Fig. 12. Retrieval performance about horse images.

5. 결론

본 논문에서는 영상으로부터 8x8 DCT 변환 후 생성 되는 DCT 필터뱅크를 이용하는 새로운 영상검색 방법을 제안했다. 기존의 색상 히스토그램 방법은 공간 정보가 부재이며, 전혀 다른 영상 임에도 히스토그램이 유사하면 비슷한 영상으로 검색이 되는 단점이 있다. CCV 방법은 계산량이 많아, 검색 시간이 오래 걸리고, 응집여부의 기준이 되는 값을 설정해야 하는 단점이

있다. 색상 코렐로그래프는 하나의 색상을 가지는 영역의 크기가 서로 다른 두 영상에서 얻어진 오토-코렐로그래프는 빈 값 차이가 큰 경우, 두 개의 색상 코렐로그래프의 유사도가 낮아져, 비슷한 영상임에도 다른 의미의 영상으로 판단 할 수 있는 문제점이 있다. 따라서 제안된 검색방법은, 검색 성능을 보다 향상 시키고, 기존의 색상을 이용하는 검색방법의 문제점을 해결하기 위하여, RGB 컬러공간에서 채널 분리를 수행하고, 각 채널 별로 8x8 DCT변환을 수행한다. DCT변환을 통하여 얻어지는 DC와 AC계수에 대해서 동일성향을 갖는 계수끼리 묶어서 DCT 필터뱅크를 생성한다. 생성된 DCT 필터뱅크 내에서 DC성분과 주요한 AC성분만을 추출한다. DC성분은 64단계로 양자화를 수행하고, 양자화된 DC성분에 대해서, 히스토그램을 이용하여 특징 빈을 산출한다. 주요한 AC성분만을 이용하여 영상의 공간 및 형태정보를 추출한다. 추출된 AC성분에 대해서, Otsu 이진화를 수행하고, 이진화된 AC성분에 대해서 수평/수직 방향의 투영 히스토그램을 이용하여 특징 빈을 산출 한다. 산출된 AC성분은 DC성분과 묶어서, 특징 벡터 빈을 구성하여 검색에 이용한다. 1000장의 데이터베이스를 대상으로, 공룡, 꽃, 말을 질의영상으로 선택하여 실험한 결과, 제안된 검색방법이 기존의 색상을 이용한 검색방법보다 성능이 우수함을 확인하였다. 특히, 영상의 뒷 배경이 단순한 영상에서는 0.99의 정확도를 보였다. 제안된 검색 방법은, 뒷 배경이 복잡한 영상에서는 검색의 성능이 떨어지는 단점이 존재한다. 따라서 향후 연구에서는 뒷 배경이 복잡한 영상에 대해서 대응할 수 있는 연구가 필요하다.

표 3. 제안된 검색방법과 기존의 색상검색에 대한 평균 정확도(공룡)
Table 3. Average Precision about proposed method and retrieval using color method(dinosaur).

검색방법	정확도 평균값
색상 히스토그램	0.9859
CCV(Color Coherence Vector)	0.9394
색상 코렐로그래프	0.9214
제안된 검색방법	0.9963

표 4. 제안된 검색방법과 기존의 색상검색에 대한 평균정확도(꽃)

Table 4. Average Precision about proposed method and retrieval using color method(flower).

검색방법	정확도 평균값
색상 히스토그램	0.5193
CCV(Color Coherence Vector)	0.5350
색상 코렐로그래프	0.5485
제안된 검색방법	0.6117

표 5. 제안된 검색방법과 기존의 색상검색에 대한 평균정확도(말)

Table 5. Average Precision about proposed method and retrieval using color method(horse).

검색방법	정확도 평균값
색상 히스토그램	0.4783
CCV(Color Coherence Vector)	0.4850
색상 코렐로그래프	0.5361
제안된 검색방법	0.5456

REFERENCES

- [1] Y. Rui and T. S. Huang, "Image Retrieval Current Techniques, Promising Directions and OpenIssues", *Journal of Computer Visual Communication and Image Representation*, Vol.10, pp39-62, 1999.
- [2] M. Ortega, Y. Rui, K. Chakrabarti, S. Mehratra, and T. S. Huang, "Supporting similarity queries in MARS," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, pp403-413, 1997.
- [3] J. Z. Wang, J. Li, and G. Wiederhold, "SIMPLcity : Semantics-Sensitive Integrated Matching for Picture Libraries," *IEEE Transactions in Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.23, No.9, pp947-963, 1996.
- [4] J. R. Smith and S. -F. Chang, "Visual SEEK : A fully automated content-based image query system," *Proceedings of the fourth ACM International conference on Multimedia*, pp87-98, 1996.
- [5] C. Carson, M. Thomas, S. Belongie, J. M. Hellerstein, and J. Malik, "Blodworld : A System for region-based image indexing and retrieval," *Lectur note on computer science*, Vol.1614,

pp509-516, 1999.

[6] IBM Almaden Research Center, "Query by image and video content : The QBIC system," *IEEE Transaction On Multimedia*, Vol.28, No.9, pp23-32, 1995.

[7] P. W. Niblack, R. Barber and et al, "The QBIC Project : Querying Images by Content using Color, Texture and Shape," *Proceedings. SPIE storage and Retrieval for Image and Video Database*, pp124-128, 1996.

[8] M. J. Swain, D. H. Ballard, "Color Indexing," *International Journal of Computer Vision*, Vol.7, No.1, 1991.

[9] G. Pass, R. Zabih and J. Miller, "Comparing Image using Color Coherence Vector," *Proceedings of 4th ACM International Conference Multimedia*, pp65-73, 1996

[10] G. Pass and R. Zabih, "Histogram refinement for content based image retrieval," *IEEE workshop on Applications of Computer Vision*, pp96-102, 1996.

[11] M. J. Swain, D. H. Ballard, "Color Indexing", *International Journal of Computer Vision*, Vol.7, No.1, pp.11-32, 1991.

[12] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu and R. Zabih, "Image Indexing using Color Correlograms," *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp762-768, 1997.

[13] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu and R. Zabih, "Spatial color indexing and applications," *Proceedings Sixth International Conference on Computer Vision*, pp602-607, 1998.

[14] G. C. Feng and J. Jiang, "Image extraction in DCT domain," *IEEE Proceedings Visual Image and Signal Processing*, Vol.50, No.1, pp20-27, 2003.

[15] Z.-M. Lu and H. Burkhardt, "Colour image retrieval based on DCT-domain vector quantization index histograms", *ELECTRONICS LETTERS*, Vol. 41, No.17, 2005.

[16] C. W. Ngo, T. C. Pong, R. T. Chin, "Exploiting image indexing tech-niques in DCT domain," *Pattern Recognition* 34, pp1841-1851, 2001.

[17] T. Tsai, Y.-P. Huang and T.-W. Chiang, "Dominant feature extraction in block-DCT domain," *Proceedings of IEEE International*

conference on Systems, Man & Cybernetics, Taipei, Taiwan, pp3623-3628, 2006.

[18] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histogram," *IEEE Transactions on System, Man & Cybernetics*, SMC-9, pp62-66, 1979.

[19] James Z. Wang's Research Group, <http://Wang.ist.psu.edu/>

저자약력

이 석 한(Seok-Han Lee)

[정회원]



1999년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
 2001년 2월 중앙대학교 첨단영상대학원 졸업 (공학석사)
 2001년 ~ 2004년 LG전자 주임 연구원
 2009년 2월 중앙대학교 첨단영상대학원 졸업 (공학박사)
 2013년 ~ 현재 전주대학교 정보통신공학과 교수

〈관심분야〉 실시간 카메라 추적, 증강현실, 3차원 컴퓨터 비전