

내용 기반 이미지 검색에서 효율적인 색상-모양 표현을 위한 복소 색상 모델

최민석
삼육대학교 경영정보학과

Complex Color Model for Efficient Representation of Color-Shape in Content-based Image Retrieval

Min-Seok Choi

Dept. of Management Information Systems, Sahmyook University

요약 각종 디지털 기기와 통신 기술의 발전으로 다양한 멀티미디어 콘텐츠의 생산과 유통이 폭발적으로 증가하고 있다. 이미지와 동영상 등의 멀티미디어 데이터의 검색을 위해서는 기존의 문자 위주의 검색과는 다른 접근 방식이 필요하다. 이미지의 여러 가지 물리적인 특징들을 정량화 하여 분석하고 이를 비교하여 유사한 이미지를 검색하는 내용기반 이미지 검색에서 색상과 모양은 주요 물리적 특징들이다. 지금까지는 색상과 모양을 서로 독립적인 특징으로 분리하여 이용하였지만, 인지적 관점에서 두 특징은 밀접한 관련이 있다. 본 논문에서는 색상과 모양 특징을 동시에 표현하기 위하여 3차원 색상 정보를 2차원 복소수 형식으로 표현하는 복소 색상 모델을 이용하여 색상의 공간적 분포 모양을 기술하는 방법을 제안한다. 복소 이미지를 주파수 변환한 후 저주파 영역의 소수의 계수만으로 복원하는 실험을 통하여 제안된 방법이 색상의 공간적 분포 모양을 효율적으로 표현할 수 있음을 보였다.

주제어 : 색상-모양, 색상 기술자, 모양 기술자, 내용 기반 이미지 검색, 복소 색상

Abstract With the development of various devices and communication technologies, the production and distribution of various multimedia contents are increasing exponentially. In order to retrieve multimedia data such as images and videos, an approach different from conventional text-based retrieval is needed. Color and shape are key features used in content-based image retrieval, which quantifies and analyzes various physical features of images and compares them to search for similar images. Color and shape have been used as independent features, but the two features are closely related in terms of cognition. In this paper, a method of describing the spatial distribution of color using a complex color model that projects three-dimensional color information onto two-dimensional complex form is proposed. Experimental results show that the proposed method can efficiently represent the shape of spatial distribution of colors by frequency transforming the complex image and reconstructing it with only a few coefficients in the low frequency.

Key Words : Color-shape, Color descriptor, Shape descriptor, Content-based image retrieval, Complex color

Received 14 February 2017, Revised 17 March 2017
Accepted 20 April 2017, Published 28 April 2017
Corresponding Author: Minseok Choi
(The Society of Digital Policy)
Email: mschoi@syu.ac.kr

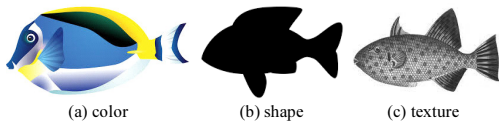
ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

다양한 디지털 기기의 보급과 초고속 네트워크 인프라의 보급 그리고 각종 센서 디바이스 기술의 발전은 디지털 형태의 이미지와 동영상 등의 멀티미디어 콘텐츠의 기하급수적 증가를 초래하였다[1,2]. 이러한 멀티미디어 콘텐츠의 급속한 증가는 사용자들의 콘텐츠 검색 및 관리를 어렵게 만들고 있다. 기존의 문자 위주의 색인 및 검색 방법을 멀티미디어 콘텐츠에 적용하기 위해서는 사람이 콘텐츠의 내용을 확인하여 색인을 생성하는 과정이 필요하기 때문에 급속히 증가하는 대량의 데이터를 관리하기에는 그 효율성이 떨어지게 된다. 따라서 디지털 멀티미디어 콘텐츠의 효율적 관리를 위한 자동 색인 생성 및 검색 방법의 필요성이 증가하게 되었고 콘텐츠의 내용을 자동으로 분석하여 색인하고 검색하는 다양한 방법들이 연구되고 있다[3].

내용기반 이미지 검색(CBIR: Content-based image retrieval)은 이미지에서 여러 가지 특징 값을 자동으로 추출하여 색인하고 이를 이용하여 검색하는 것을 말한다[4]. 내용기반 이미지 검색에서 사용되는 특징으로는 색상(color), 모양(shape), 질감(texture) 등이 있다. 색상의 경우 가장 널리 이용되는 시각 특징으로 이미지의 기하학적 변형에 강인한 특성을 갖는다. 모양은 주로 이미지 내부의 개별 객체(object)에 적용하는 특징으로 객체 비교에 주로 이용된다. 질감은 균일하거나 불규칙한 시각적 패턴을 나타내며 표면의 구조적 정보와 주변과의 관계 정보를 가지고 있다. [Fig. 1]은 색상, 모양 그리고 질감 특징의 예를 보여 주고 있다.



[Fig. 1] Examples of color, shape and texture feature

멀티미디어 콘텐츠의 내용기반 검색을 위한 표준인 MPEG-7의 시각(Visual) 기술자(descriptor)에도 색상, 모양, 질감을 특징으로 이용하는 여러 가지 기술자가 포함되어 있다[5]. 이미지 검색을 위한 시각적 특징으로 색상, 모양, 질감 특징을 이용하고, 이들 특징을 각각 표현하기 위한 여러 방법들이 제안되고 있는 것은 이 세 가지

특징을 서로 독립적이라고 보고 접근하는 것이다. 이것은 색상, 모양, 질감 특징을 서로 독립된 특징 도메인으로 보고 한 가지 특징만을 표현하도록 하여 복잡도를 낮추는 효과를 얻을 수 있지만, 실제 객체의 시각적 특징은 대부분 세 가지 특징이 함께 영향을 주게 된다. 따라서 많은 응용에서 세 가지 특징 값들을 여러 가지 방법으로 결합하여 사용하게 된다[6,7,8]. 따라서 완전히 독립적이지 못한 특징들을 동시에 효율적으로 표현하고 이용하는 방법이 요구된다.

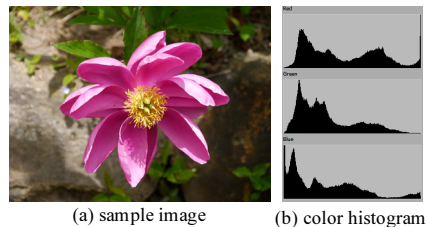
본 논문에서는 색상과 모양 정보를 한 번에 표현하는 특징을 추출하고 이를 검색에 이용하는 방법을 제안하고자 한다. 기존의 색상 특징 값들이 색상 공간에서의 색 분포만을 주로 표현하여 색상의 공간적 분포 특징을 잘 표현하지 못하던 단점을 모양 특징 값을 이용하여 색상이 분포된 공간적 모양을 표현하게 함으로써 색상의 공간적 분포 모양을 표현하고자 하였다. 이를 위하여 복소 색상(Complex Color) 모델과 영역 기반 모양 기술자를 이용하여 색상과 모양 특징이 결합된 단일 특징 값을 얻을 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 색상과 모양 특징의 표현 방법에 대하여 살펴보고, 3장에서는 제안된 색상-모양 특징 표현 방법에 대하여 설명한다. 4장에서는 고찰과 결론 그리고 향후 연구과제로 끝을 맺는다.

2. 기존 연구

2.1 색상 기술자(color descriptor)

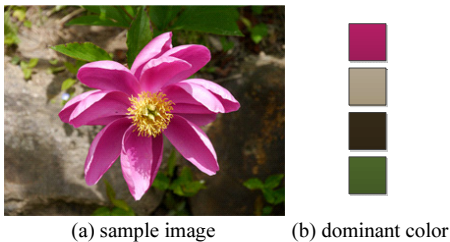
이미지의 색상 특징은 주로 색 공간에서 이미지에 사용된 색상의 통계적 특성을 구하는 방법을 이용한다. 대표적인 색상 특징인 색상 히스토그램(color histogram)은 색 공간을 적당한 간격으로 양자화 한 후 이미지에서 양자화된 색상의 사용 빈도를 구하여 특징 값으로 사용한다[9].



[Fig. 2] Examples of color histogram

[Fig. 2]는 꽃 이미지에 대한 색상 히스토그램의 예를 보여 주고 있다. 예제에서는 RGB 색상 모델을 사용하여 Red, Green, Blue 각 채널 별 빈도 분포를 구한 것을 표현하였다.

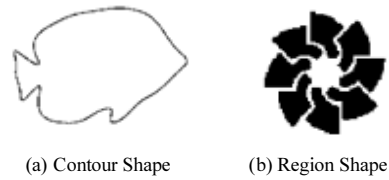
MPEG-7의 색상 기술자는 Dominant Color, Scalable Color, Color Structure, Color Layout 기술자가 있다[8]. Dominant Color 기술자의 경우 특징 값의 크기를 줄이기 위하여 이미지에서 많이 사용된 몇 개의 대표 색상 값과 그 색상들의 통계적 특성만을 특징 값으로 사용하였다. Scalable Color 기술자의 경우 색상 히스토그램을 Haar 변환을 이용하여 계층적으로 표현한 특징 값을 사용한다. Color Structure 기술자의 경우도 기본적으로 색상 히스토그램을 기반으로 하며, 색상의 공간적 분포 특성을 표현하기 위해 작은 윈도우를 이용하여 지역적 색상 분포를 추출하였다. Color Layout 기술자는 격자(grid)를 이용하여 dominant color의 공간적 분포를 계산하여 특징 값으로 사용하였다. [Fig. 3]은 꽃 이미지에서 추출될 dominant color의 예를 보여 주고 있다.



[Fig. 3] Examples of dominant color

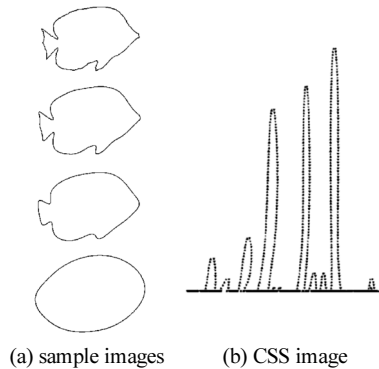
2.2 모양 기술자(shape descriptor)

모양 특징은 일반적으로 [Fig. 1]의 (b)와 같이 배경과 구분되는 객체의 외곽선의 모양으로 정의 된다. 그러나 이러한 접근 방식은 객체 내부에 모양 정보가 존재하는 경우나 여러 개의 영역으로 분할되어 있는 객체의 모양을 표현하는데 문제가 발생한다. 따라서 MPEG-7 모양 기술자에서는 객체의 바깥 외곽선 정보만을 표현하는 외곽선 기반(contour-based) 모양과 객체 내부의 정보도 표현하는 영역 기반(region-based) 모양으로 나누어 모양 기술자를 정의하고 있다[10]. [Fig. 4]를 통하여 외곽선 기반 모양과 영역 기반 모양의 차이를 확인할 수 있다.



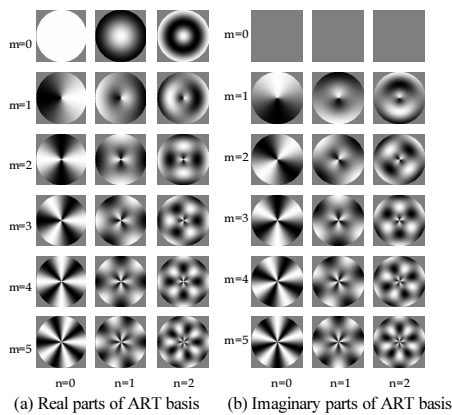
[Fig. 4] Comparison of contour and region shape

외곽선 기반 모양 기술 방법으로는 Fourier descriptor[11], chain code[12] 등이 사용 되었으며, MPEG-7에는 CSS(Curvature Scale Space) 기술자가 채택되었다. CSS 기술자는 객체의 외곽선 정보를 추출 후 외곽선에서 일정 각도 이상의 꺾임이 발생하는 위치를 추출하여 기록하는 것을 외곽선을 점점 부드럽게(smoothing) 만들면서 반복하여 만들어지는 CSS 이미지로부터 특징 값을 얻는다[10]. [Fig. 5]는 CSS 이미지를 만드는 과정과 만들어진 CSS이미지의 예를 보여주고 있다.



[Fig. 5] Extraction example of CSS

영역 기반 모양 기술 방법은 주로 2차원 모멘트(moment)를 이용하는 방법이 사용된다. 회전과 크기에 무관한 모양 특징을 얻기 위해 Zernike moment[13,14] 등의 불변(invariant) 모멘트를 이용할 수 있으며, MPEG-7에서는 Zernike moment 보다 성능이 우수한 ART (Angular-Radial Transform) 기술자가 채택되었다. ART 기술자는 복소(complex) 기저 함수(basis function)를 이용하여 이미지를 주파수 공간으로 변환 후 소수의 저주파 영역의 계수(coefficient)를 이용하여 모양 특징을 표현한다[15]. [Fig. 6]은 ART의 기저 함수의 예를 보여주고 있다.



[Fig. 6] Real and imaginary parts of ART basis function

3. 색상-모양 표현 방법

앞 절에서 살펴보았듯이 색상과 모양의 특징 값은 서로 독립적으로 표현되고 사용된다. 그러나 객체 기반의 이미지 검색에서는 두 가지 특징을 모두 이용해야 하는 경우가 있다. 이런 경우에는 두 가지 특징 중 하나를 이용하여 먼저 검색 후 그 결과들에 두 번째 특징을 이용하여 다시 검색하는 단계별 검색을 수행하거나[16] 두 가지 특징을 가중 병합하여 이용한다[17]. 그러나 이러한 방법에서 색상 특징은 색 공간에서의 색상 분포에 대한 특징만을 표현하기 때문에 색상의 공간적 분포 즉 공간적으로 색이 배치된 모양 정보를 정확하게 표현하지는 못한다. 따라서 빨간 공, 파랑 삼각형 등의 단순한 형태로 모양과 색상이 결합된 것은 가능하지만, 여러 가지 색상을 가지고 그 색상의 공간적 위치가 의미를 가지는 캐릭터나 상표 등에는 적용이 힘들어진다. 색상의 공간적 배치 정보를 표현하기 위해 이미지를 여러 개의 영역(grid)로 나누고 각 영역의 색상 특징을 추출하는 방법을 적용할 수 있지만 복잡도가 증가하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 색상 정보를 가지는 컬러 이미지에 영역 기반 모양 기술자를 직접 적용하는 방법을 생각해 볼 수 있다.

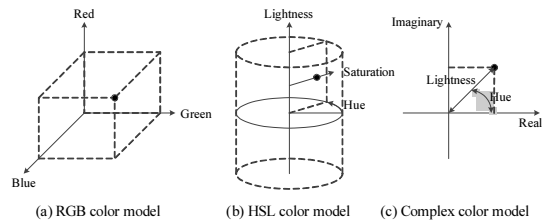
3.1 복소 색상 모델(Complex Color Model)

컬러 이미지는 기본적으로 빛의 삼원색인 Red, Green, Blue를 이용하여 표현된다. 그러나 삼원색을 이용하여

이미지를 표현할 경우 세 가지색 사이의 상관도가 높아 서로 중복되는 정보를 가지게 되는 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위하여 여러 가지 색상 모델이 제안되었다. 그 중 대표적인 방법은 색상 정보를 조도(lightness), 색상(hue), 채도(saturation) 성분으로 나타내며, 이 경우 세 가지 성분 사이의 정보 중복이 없어지게 되어 컬러 이미지의 압축 및 컬러 이미지의 특징 값 추출에 많이 이용된다.

조도, 색상, 채도를 이용하여 컬러 영상을 표현하는 방법이 세 가지 성분 사이의 정보 중복을 줄여 효율적이기는 하지만 여전히 세 가지 성분을 가지고 있기 때문에 여러 가지 영상 변환(transform) 및 이를 이용한 특징 추출 시 각 성분 별로 따로 수학적 계산 및 처리를 해야 하는 번거로움이 존재한다.

복소 색상 모델은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 컬러 영상을 조도, 색상, 채도 성분으로 변환하고 이 중 인간의 시각 특성에 가장 영향이 적은 채도 성분을 일정한 상수 값으로 고정하여 컬러 성분을 두 가지로 줄인 후, 그것을 복소수(complex number) 형식으로 표현하여 계산 및 특징 추출의 효율성을 높이기 위한 방법이다. [Fig. 7]은 RGB 색상 모델, HSL 색상 모델, 제안하는 복소 색상 모델을 비교하여 보여주고 있다.



[Fig. 7] Comparison of color models

RGB 컬러 이미지는 색상 모델을 이용하여 조도, 색상, 채도 성분으로 변환한다. 색상 변환은 HSI, HSV, HSL 등 여러 색상 모델을 이용할 수 있으며, 본 논문에서는 HSL 색상 모델을 이용하였다. HSL 색상 모델을 이용하여 조도(L), 색상(H), 채도(S)로 변환 후 조도 및 색상 정보를 복소수 형태로 변환한다. 복소수로의 변화는 식 (1)과 같이 조도(L) 값을 절댓값(magnitude)으로 설정하고, 색상(H) 값을 위상(phase)으로 설정하여 복소수를 구성한다.

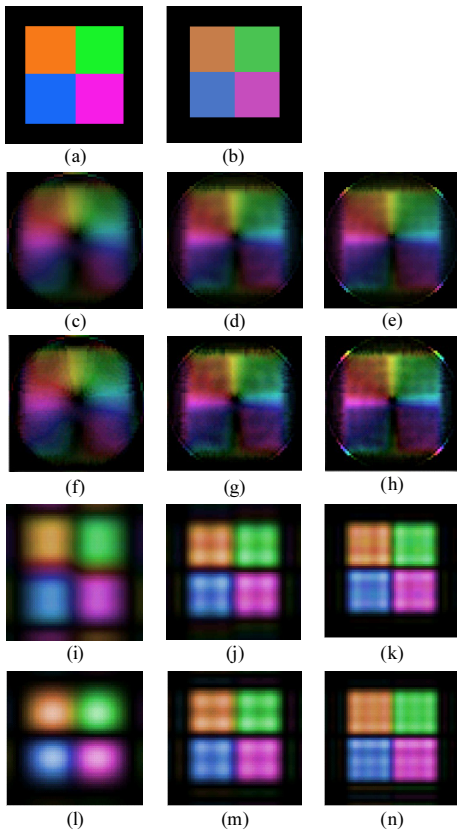
$$CI = L \times e^{jH} = L[\cos(H) + j \times \sin(H)] \quad (1)$$

컬러 이미지의 세 가지 색상 성분을 복소 색상 모델을 이용하여 하나의 복소수로 변환하면 수학적 계산 및 처리가 간편해지며 회색조(gray) 이미지를 이용하는 것과 같은 방식으로 컬러 이미지를 처리하는 것이 가능해진다.

3.2 색상-모양 특징 표현

복소 색상 모델을 이용하여 컬러 이미지를 복소 이미지로 변환 하면 회색조(gray) 이미지에 적용하는 2차원 모멘트의 계산이나 주파수 변환이 가능해진다. 모멘트나 주파수 변환은 공간 영역의 이미지 정보를 변환된 주파수 공간에서 저주파(low frequency) 영역으로 몰아주는 효과가 있어 적은 수의 기저(basis) 함수로도 이미지의 개략적인 모습을 표현해 줄 수 있다. 이러한 특성으로 적은 수의 저주파 영역 계수(coefficients)들을 이미지의 모양 특징 값으로 사용할 수 있다.

[Fig. 8]은 복소 이미지를 Zernike moment, ART, DFT, DCT 기저 함수를 이용하여 변환한 후 저주파 영역의 적은수의 계수만을 이용하여 복원한 이미지를 보여 주고 있다. (a)는 원본 이미지이고, (b)는 모든 픽셀의 채도를 상수 값 0.5로 변경한 이미지이다. 복소 이미지에서는 채도 값을 사용하지 않지만 이미지로 보여주기 위해 고정 상수 값을 설정하였다. (c)~(e)는 Zernike moment, (f)~(h)는 ART, (i)~(k)는 DFT, (l)~(n)는 DCT 변환 후 복원한 이미지이다. 첫 번째 열(c,f,i,l)은 36개의 계수, 두 번째 열(d,g,j,m)은 121개의 계수, 세 번째 열(e,h,k,n)은 256개의 계수를 이용하여 복원한 영상이다. 실험은 Visual C++을 이용하여 복소 이미지 변환, Zernike moment, ART, DFT, DCT 및 각각의 역변환을 구현하여 진행하였다. <Table 1>은 각 복원된 영상의 SNR (signal-to-noise ratio)을 구하여 비교한 것이다. 참고로 채도 정보를 고정시킨 (b) 이미지의 SNR은 11.69db이다.



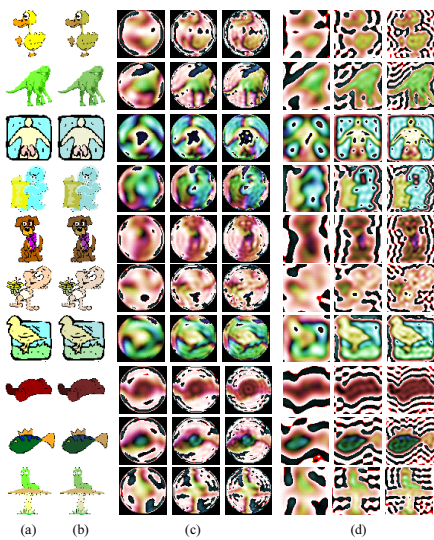
[Fig. 8] Reconstruction images with few coefficients

<Table 1> Comparison of reconstruction error

No. of Coef. Type of Trans.	36		121		256	
ZM	c	3.26db	d	3.53db	e	3.72db
ART	f	3.42db	g	3.68db	h	3.91db
DFT	i	5.35db	j	7.31db	k	8.09db
DCT	l	5.64db	m	7.47db	n	8.36db

위 복원 실험을 통하여 채도 정보가 제거된 복소 색상 이미지를 정보 압축 효율이 좋은 기저 함수를 이용하여 계수를 추출하면 적은 수의 계수로도 원본 이미지에서 색상의 공간적 분포에 대한 정보를 표현할 수 있음을 알 수 있다. 즉, 이렇게 추출된 계수들을 특징 값으로 이용하면 이들의 비교를 통하여 유사한 색상 분포 모양을 가지는 이미지의 검색이 가능해진다.

[Fig. 9]는 실제 캐릭터 이미지에 대하여 복원 실험한 결과 이다. (a)는 원본 이미지이며, (b)는 복소 이미지를 만들기 위해 채도를 상수로 바꾼 이미지이며, (c)는 ART를 이용하여, (d)는 DCT를 이용하여 각각 36, 121, 256개의 계수를 이용하여 복원한 이미지이다.



[Fig. 9] Reconstruction examples of character images

3.3 검색 성능 평가

실제 복소 이미지를 이용한 검색 성능 비교를 위하여 5장의 유사한 이미지를 포함한 20개 그룹에 대하여 복소 이미지로부터 36개의 DCT 개수를 추출하여 특징값으로 사용하는 방법과 이미지를 3x3영역으로 나누고 각 영역의 dominant color를 추출하는 color layout 기술자를 이용하는 방법으로 검색 성능을 비교 평가하였다. 검색 성능의 객관적 평가를 위하여 평가 척도는 MPEG-7 표준화에서 사용된 NMRR(Normalized Modified Retrieval Rank)을 사용하였다. NMRR은 0과 1사이로 정규화 되어 있으며, 0에 가까울수록 검색 성능이 높음을 나타낸다 [18]. <Table 2>는 두 가지 방법의 검색 성능 평가 결과를 비교하여 보여준다.

<Table 2> Retrieval performance of each method

Method	NMRR
DCT coefficients of Complex Image	0.208
Color Layout descriptor	0.247

4. 고찰 및 결론

디지털 미디어 데이터의 폭발적 증가는 검색 방법의 패러다임을 변화시켰다. 사람에 의한 색인 생성 및 검색

방식은 한계를 맞게 되었고 미디어 데이터의 자동화된 내용 분석을 이용하는 내용 기반(contents-based) 검색 방법들이 자리 잡고 있다. 이미지의 내용 기반 검색에 있어 색상과 모양 정보는 내용 분석을 위한 중요한 특징으로 사용되지만, 이 둘을 서로 독립된 특징으로 분리하여 적용하는 방식이 사용되어 왔다. 그러나 색상과 모양 정보는 서로 융합되어 있으며 이를 한 번에 분석함으로써 보다 효율적이며 인지적 관점에 가까운 결과를 얻을 수 있다.

본 연구에서는 3차원 형태의 색상 정보를 2차원으로 사상하여 복소수 형태로 표현하는 복소 색상 모델을 제안하고 이를 이용하여 만들어진 복소 이미지에 영역 기반 모양 표현 방법들을 적용하여 공간적으로 분포된 색상의 모양을 하나의 단일 특징 값으로 표현 수 있는 방법을 제시하였다. 캐릭터나 상표처럼 색상과 모양이 유기적으로 결합되어 의미가 부여되는 이미지의 내용 기반 검색 응용에 있어서 제안된 방법의 적용은 단일 특징 값의 사용으로 특징 값의 추출, 저장 및 매칭에 보다 효율적이고 사람이 인지적으로 느끼는 유사도에도 보다 근접한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

추후로 복소 이미지의 모양 정보를 크기(scale), 회전(rotation)에 무관하게 최적으로 표현할 수 있는 기저 함수 및 추출 방법을 찾기 위한 노력이 필요할 것이며, 이를 기반으로 실제 내용 기반 검색 시스템의 구축 및 성능 평가를 진행할 것이다.

REFERENCES

- [1] Bo-Seon Kang, Keun-Ho Lee, "Fire Alarm Solutions Through the Convergence of Image Processing Technology and M2M", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 7, No. 1, pp. 37-42, 2016.
- [2] Kang-Hun Lee, Dong-Il Kim, Dae-ho Kim, Myung-Yoon Sung, Young-Kil Lee, Suk-Yong Jung, "Implementation of Real-Time Video Transfer System on Android Environment", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 3, No. 1, pp. 1-5, 2012.
- [3] T. Dharani, I. Laurence Aroquiaraj, "A Survey on Content Based Image Retrieval", IEEE, International Conference on Pattern Recognition, Informatics and

- Mobile Engineering (PRIME), pp. 485-490, February, 2013.
- [4] Yoshitaka, A, Ichikawa, T., "A Survey on Content-Based Retrieval for Multimedia Databases", IEEE transactions on knowledge and data engineering, Vol. 11, No. 1, pp. 81-93, 1999.
- [5] MPEG-7 Visual Group, Text of ISO/IEC 15938-3/FDIS Information technology - Multimedia content description interface - Part 3 Visual, ISO/IEC JTC1/ SC29/WG11 N4358, Sydney, July 2001.
- [6] Juwan Song, "Content-based Image Retrieval using HSV Color and Uniform Local Binary Patterns", Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 12, No. 2, pp. 169-174, 2014.
- [7] Jeong-Hyun Cho, "Evaluation of Performance for Shape Extraction using Modified Chain Code and Color Information with Spatial Relationship", Journal of KISS : Technology Education, Vol. 1, No. 1. pp. 33-39, 2004.
- [8] Seok-Woo Jang, Solima Khanam, Woojin Paik, "Image Retrieval Integrating Interior and Contour Descriptors", Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 10, No. 1, pp. 209-216, 2012.
- [9] Anil K. Jain, Aditya Vailaya, "Image Retrieval using Color and Shape", Pattern Recognition, Vol. 29, No. 8, pp. 1233-1244, 1996.
- [10] B. S. Manjunath, Philippe Salembier and Thomas Sikora, "Introduction to MPEG-7: multimedia content description interface", pp. 261-281, John Wiley & Sons, West Sussex, England, 2002.
- [11] Ilaria Bartolini, Paola Ciaccia, and Marco Patella. "WARP: Accurate Retrieval of Shapes Using Phase of Fourier Descriptors and Time Warping Distance." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 27, No. 1, pp. 142-147 (2005).
- [12] Xiaolong Dai, S. Khorram, "A feature-based image registration algorithm using improved chain-code representation combined with invariant moments", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 37, No. 5, pp. 2351-2362, 1999.
- [13] A. Khotanadz, Y.H. Hong, "Invariant image recognition by Zernike moments", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 12, No. 5, pp. 489-497, 1990.
- [14] Jérôme Revaud, Guillaume Lavoué, Atila Baskurt, "Improving Zernike Moments Comparison for Optimal Similarity and Rotation Angle Retrieval", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 31, No. 4, pp. 627-636, 2009.
- [15] W. Y. Kim and Y. S. Kim, "A new region-based shape descriptor: The ART (Angular Radial Transform) Descriptor," ISO/IEC MPEG99/M5472, Maui, Dec. 1999.
- [16] Junchul Chun, Dongsun Kim, "A Contents-based Drug Image Retrieval System Using Shape Classification and Color Information", Journal of Internet Computing and Services, Vol. 12, No. 6, pp. 117-128, 2011.
- [17] Dong-Woo Kim, Young-Jun Song, Young-Gil Kim, Jae-Hyeong Ahn, "Content-Based Image Retrieval using Region Feature Vector", The KIPS Transactions : Part B, Vol. 13, No. 1, pp. 47-52, 2006.
- [18] Minseok Choi, "Movement Search in Video Stream Using Shape Sequence", Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 12, No. 4, pp. 492-501, 2009.

최민석(Choi, Min Seok)



- 1996년 2월 : 한양대학교 전자공학과(공학사)
- 1998년 8월 : 한양대학교 전자공학과(공학석사)
- 2004년 8월 : 한양대학교 전자공학과(공학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 :삼육대학교 경영정보학과 조교수

- 관심분야 : 정보처리, 정보시스템
- E-Mail : mschoi@syu.ac.kr