

텍스처(Texture) 분석과 색공간(Color Space)을 이용한 내용기반 이미지 검색

The Content based Image Retrieval using Texture Analysis and Color Space

문성혜
서울산업대학교
서울

김우제
서울산업대학교
서울

Abstract

내용 기반 이미지 검색(CBIR; Content Based Image Retrieval)은 이미지의 색상, 질감, 모양 등 이미지를 구성하는 기본적인 특징을 자동으로 추출하여 이미지를 검색하는 방법이다.

본 논문에서는 Gabor 필터와 웨이블릿 변환에 의한 텍스처(Texture) 분석과 색공간(Color Space)을 이용하여 이미지 처리 과정을 소개하고, 추출된 특징 추출법을 제안한다. 제안 하는 검색 방법은 이미지의 텍스처와 색에 대한 특징 값들을 취급하므로 보다 신뢰성 있는 검색이 가능하도록 하였다.

본 연구에서는 임의의 카테고리가 있는 데이터베이스로부터 예제 이미지와 같은 카테고리의 이미지가 검색 되도록 하는 알고리즘을 제안하였다.

Content Based Image Retrieval is how to search for images to automatically extracted features to the basic configuration and design images for the image color, texture, and shape.

In this paper introduces the image for the image management process by wavelet transformation of Gabor filter, texture analysis, and color-space and it propose a sampling process. It is possible that were reliable than before because suggested search method use the image texture and color.

In this research, it suggested algorithm that search the image much more like sampling image from database in category.

Key-words : 색공간, 내용기반, 웨이블릿

1 서론

1.1 연구의 배경

컴퓨터나 통신 기술의 급속한 발달에 의해, 인터넷상에서 여러 가지 이미지가 대량으로 증가하고 있다. 또 데이터베이스, 대용량 저장 장치 등의 용량이 매우 커지고 있다. 이 대량의 이미지 데이터로부터 원하는 이미지를 검색하는 기술로 텍스트 데이터베이스 이미지 검색 기술이 사용되고 왔다. 그러나 이미지가 본질적으로 패턴으로서의 정보를 포함하기 위해서, 텍스트 데이터베이스 이미지 검색에서는, 이미지에 제목, 주석 붙이는 번거로움, 개인차, 다의어, 동의어 등의 여러 가지 문제가 발생한다.

1.2 연구의 목적

대량의 이미지가 가지고 있는 이미지데이터베이스로부터 원하는 이미지를, 인간의 시각 시스템으로 찾을 때와 같이 내용에 근거하는 이미지 검색 시스템이 필요하게 된다. 내용 기반 이미지 검색 시스템은, 이미지의 색상, 질감, 모양 등 이미지를 구성하는 기본적인 특징을 자동으로 추출하여 이미지를 검색한다. 즉 내용 기반 이미지 검색 시스템에서는, 예제 이미지의 특징을 파악하고, 유사한 이미지를 검색하는 것이 중요하다.

따라서 본 연구에서는, L*a*b*색공간(color space)과 웨이블릿 변환과 Gabor 필터를 이용해 추출한 데이터를 이미지의 특징 값으로 해, 그것을 기본으로, 예제 이미지와 카테고리 이미지의 유사도를 계산해서, 유사한 이미지를 검색하는 시스템의 실험을 실시했다. 예제 이미지와 이미지 데이터베이스의 이미지의 특징 값을 구해 서로 비교하고, 이미지 데이터베이스로부터 예제 이미지와 같은 카테고리의 이미지가 가능한 한 많이 검색 되도록 하는 알고리즘을 제안하였다.

2 색공간(color space)

2.1 L*a*b*색공간

L*a*b*색좌표, UCS (Uniform Color Space)의 대표적인 것이며, 지각적으로 균등한 간격을 가진 색공간 표색방법이다. 색공간은 색을 디지털 정보로 저장하고, 그것을 다시 재현하는 과정에 많이 쓰인다.

L*성분은 명도(휘도), a*성분은 초록으로부터 빨

강에의 색상의 요소, b*성분은 파랑으로부터 노랑에의 색상의 요소의 색공간을 나타낸다.

3 웨이블릿 변환

3.1 개요

웨이블릿 변환은 시간 주파수 해석 방법의 하나이다. 웨이블릿 변환 함수로 불리는 기저 함수를 확대, 축소, 평행이동 시켜서 신호를 표현한다.

원래의 신호의 분석 레벨을 0으로 하면, 웨이블릿 변환을 실시하는 여기서 레벨 1의 저주파 성분과 고주파 성분에 분해시킨다. 이 레벨 1의 저주파에 대해서 한층 더 웨이블릿 변환을 실시하는 것으로, 레벨 2의 저주파 성분과 고주파 성분을 얻을 수 있다. 이와 같이 저주파 성분에 대해서 재귀적으로 웨이블릿 변환을 실시하는 것으로, 다른 레벨의 저주파 성분과 고주파 성분을 얻을 수 있다. 이 때, 레벨 j의 저주파 성분을 $f_j(n)$, 고주파 성분을 $g_j(n)$ 하면

$$f_{j-1}(n) = f_j(n) + g_j(n) \quad (1)$$

의 식이 성립된다. 식(1)보다 신호 $f_0(n)$ 를 레벨 J까지 분해했을 때

$$\begin{aligned} F_0(n) &= g_1(t) + g_2(t) + \dots + g_j(t) + f_j(t) \\ &= \sum_{j=1}^J g_j(t) + f_j(t) \end{aligned} \quad (2)$$

된다. 이 식으로부터 신호 $f_0(t)$ 는, 레벨 J의 저주파 성분 $f_1(t)$ 에 레벨 0까지의 각 레벨의 고주파를 서로 더하는 것으로 재현할 수 있다[3].

이미지에 대하여 수직방향, 수평방향에 대해서 웨이블릿 변환을 실시하는 것으로 4개의 서브 밴드를 획득해, 얻은 저주파 성분에 대해서 임의의 레벨까지 재귀적으로 웨이블릿 변환을 실시한다.

4 Gabor 필터

4.1 Gabor 함수

2 차원의 Gabor 함수 $g(x, y)$ 와 푸리에 변환 $G(u, v)$ 을 이하의 식에서 나타낸다[1].

$$g(x, y) = \left(\frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \right) \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right) + 2\pi j W_x \right] \quad (3)$$

$$G(u, v) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left[\frac{(u - W_u)^2}{\sigma_u^2} + \frac{v^2}{\sigma_v^2} \right] \right] \quad (4)$$

4.2 Gabor 필터에 의한 텍스처 특징 추출

Gabor 필터를 이용하는 것으로 방향성을 가진 텍스처 정보를 추출할 수 있다. Gabor 웨이블릿 변환은 이하의 식에서 평균과 분산을 계산하고, (scale; 2, 방향: 3)을 이용해 텍스처 특징 값 12가지를 구한다.

$$W_{mn}(x, y) = \int I(x_1, y_1) g_{mn}^*(x - x_1, y - y_1) dx_1 dy_1 \quad (5)$$

5 유클리드 노름 거리

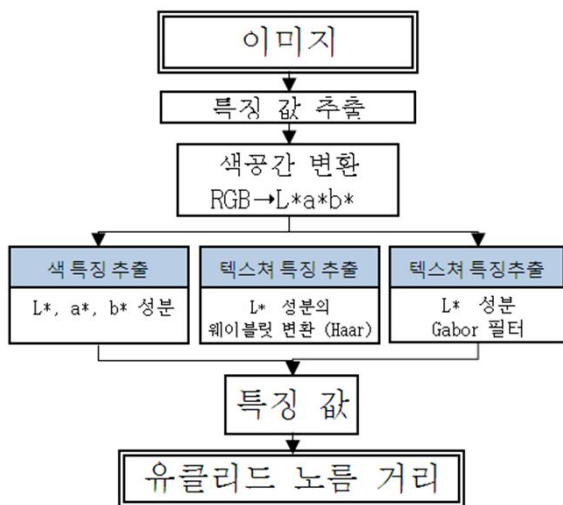
본 연구에서는, 다음 식에 의해 예제 이미지 x_i 와 검색 대상 이미지 y_j 의 유클리드 노름 거리 $d(x_i, y_j)$ 를 계산해 유사도를 구한다.

$$d(\vec{x}_1, \vec{y}_1) = \|\vec{x}_1 - \vec{y}_1\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\vec{x}_1 - \vec{y}_1)^2} \quad (6)$$

6 실험

6.1 검색의 알고리즘

본 연구는 아래와 같이 진행된다.



<그림 1: 이미지 특징 값 추출 알고리즘>

이미지의 특징을 구하기 위한 알고리즘으로 이미지의 크기를 (256*256)로 변환한다. 그리고 이미지의 특징 값을 추출하기 위한 첫 번째 단계로 이미지를 RGB 색공간으로부터, L*a*b*색공간으로 변환한다.

그 결과, 각각의 L*,a*,b* 세 성분의 특징 값을

구할 수 있다. 세 성분을 8*8 블록사이즈로 분할하고, 블록 마다 평균을 구하고, 그 값을 벡터 값으로 나타낸다. 3가지의 특징 값이 된다.

L*a*b*색공간의 L*성분의 특징 값을 이용해서, 이산 웨이블릿 변환을 실시한다. 이 때 Haar 함수를 사용한다.

그 결과, 4(LL,LH,HL,HH)개의 서브 밴드를 얻는다. 물체의 윤곽 부분에 해당하는 상세정보를 갖고있는 (LH,HL,HH)의 세 서브 밴드를 4*4 블록사이즈로 분할하고, 블록 마다 평균을 구하고, 그 값을 벡터 값으로 나타낸다. 3가지의 특징 값이 된다.

또 L*a*b*색공간의 L*성분의 특징 값을 이용해서, Gabor 필터를 이용해 (scale;2, 방향;3) 12 가지의 특징 값을 구한다. 이 결과 값도 벡터 값으로 나타낸다.

추출한 이미지 각각의 특징 값을 정규화 ($0 \leq t \leq 1$)한다.

모든 특징 값을 구하고, 예제 이미지와 데이터베이스의 이미지간의 유클리드 노름 거리를 계산한다. 이 때, 이미지 간의 유사도가 높을수록, 유클리드 노름 거리의 값이 작다.

6.2 실험의 방법

데이터베이스 안에 5개의 카테고리 이루어진 데이터가 50매가 있다. 한 개의 카테고리(이미지 10매)에서 예제 이미지를 1매 선택한다.

예제 이미지와 데이터베이스의 이미지(전체 이미지 50매)에 대해서, 색과 텍스처 정보를 이용해 실험을 실시한다.

총 세 가지의 실험으로 구성된다. (실험 1; 색공간+Gabor 필터), (실험 2; 색공간+웨이블릿 변환), (실험 3; 색공간+Gabor 필터+웨이블릿 변환)의 경우를 구한다.

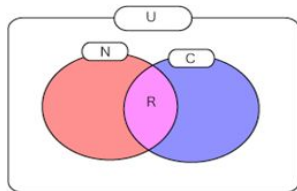
예제 이미지와의 유사도가 높은 순서로 이미지 9매(동일 카테고리 중에서 예제 이미지를 제외한 수)가 검색되도록 한다. 선택된 9매를 이용해서, 예제 이미지와의 F-measure 를 구한다.

랜덤 검색의 경우 F-measure 기대치; 0.183, Hit 수 평균은 1.65 매, 분산은 0.967을 기준으로 판단한다.

6.3 실험의 평가

F-measure를 이용해 검색 정도를 평가한다. F-measure가 높을수록 검색 성능이 좋은 것을 의미한다.

N은 검색한 이미지의 수, C는 전체 중에서 적합 이미지의 수, R은 검색된 적합 이미지의 수를 나타낸다.



<그림 2: F-measure >

$$F = 2 \frac{Precision * recall}{Precision + recall} \quad (7)$$

$$Precision(\text{적합률}) = \frac{R}{N} \quad (8)$$

$$recall(\text{재현율}) = \frac{R}{C} \quad (9)$$

6.4 결과와 고찰



<그림 3: 예제 이미지와 검색 결과 이미지의 예>

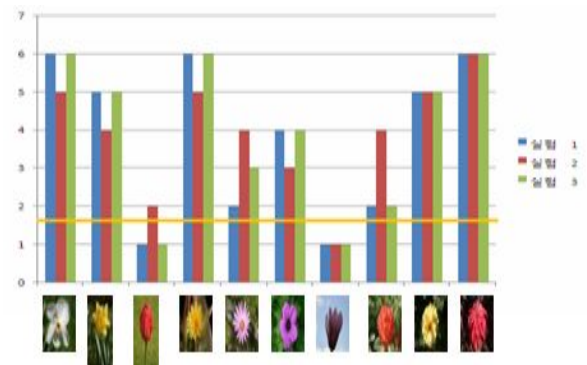
	실험 1	실험 2	실험 3
F-measure	0.4222	0.4333	0.4333
HIT 수	3.8	3.9	3.9

<표 1: 각 실험의 결과 >

예제 이미지의 배경, 빛, 그림자, 개수 및 크기의 영향을 받는다. 결과는 큰 차이는 없지만, 실험 2로 3의 경우, HIT 수가 같다. 전체적으로 보면 웨이블릿의 경우가 결과가 좋다고 할 수 있다. 실험 (2)와 실험 (3)의 F-measure 결과가 (0.4333)으로 같다. 랜덤의 경우 (0.185)보다는 높지만 조금 더 F-measure 값을 높일 수 있는 방법이 요구된다.

유사도가 높은 경우, Gabor 필터가 검색의 효율이 높고, 유사도가 낮은 경우, 웨이블릿 변환이 검색의

효율이 높은 것을 알 수 있다.



<그림 4: 예제 이미지에 따른 검색 결과>

7 정리

본 연구에서는, L*a*b*색공간과 웨이블릿 변환과 Gabor 필터를 이용해 이미지의 특징 값을 추출해, 내용 기반 이미지 검색의 실험을 실시했다.

웨이블릿 함수의 성능이 Gabor 필터보다 조금 더 좋은 결과를 나타내었다. 실험의 효과를 높이기 위해 Gabor 필터의 조건을 바꿔서 실험을 진행해보도록 요구되어진다. 또 다른 이미지 데이터를 이용하거나 데이터베이스의 수를 증가 시킨 실험이 요구된다.

참고문헌

- [1] B.S. Manjunath and W.Y. Ma, "Texture Features for Browsing and Retrieval of Image Data", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 18, No. 8, 1996
- [2] プブドゥダシルワ, "テクスチャ特徴を用いた画像検索に関する研究", 修士学位論文, 室蘭工業大学, 2008
- [3] 山口 強, "ウェーブレット変換と可変ブロックサイズを用いた画像圧縮の研究", 学士学位論文, 室蘭工業大学, 2007
- [4] Yixin Chen and James Z. Wang, "A Region-Based Fuzzy Feature Matching Approach to Content-Based Image Retrieval", IEEE transactions on Pattern analysis and machine intelligence, Vol. 24, No. 9, 2002