

멀티인덱스키를 이용한 내용기반 이미지 검색 시스템

*김주연⁰ **김진천

*경성대학교 멀티미디어 대학원 정보공학과 **경성대학교 전기전자컴퓨터공학부
* jykim2u@hanmail.net, **jckim@star.ks.ac.kr

Content-based Image Retrieval System using Multi-index Key

*Juyeon Kim⁰ **Jinchun Kim

*Dept. of Office, Information Engineering, Graduate School of Multimedia, Kyungsung Univ.
**Dept. of Electrical and Computer Engineering, Kyungsung Univ.

요 약

본 논문에서는 시각적, 공간적 정보로 멀티미디어 분야에서 다양한 응용이 가능한 이미지검색을 위해 색상특징정보와 모양특징정보를 멀티인덱스키로 구성하여 질의 이미지의 입력 시 자동으로 색상특징정보와 모양특징정보를 동시에 추출하여 유사한 이미지를 검색할 수 있는 내용기반 이미지 검색시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 기존의 단일 특징정보를 이용한 방법이나 2가지 이상의 특징정보를 단계적으로 검색하는 방법에 비해 향상된 효율성과 신속성을 보이고 있다.

I. 서 론

최근 정보검색 시스템에서는 이미지 데이터의 검색을 위해 파일명이나 텍스트정보에 의존하는 방법에서 발전되어 이미지의 내용에 기반하는 내용기반 검색 방법에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다. 내용기반 이미지 검색시스템은 이미지에 대한 특징추출과 내용에 기반한 검색기법의 효율적인 메카니즘을 제공함으로써 검색의 효율성을 높일 수 있다.

이미지의 특징정보는 색상, 모양, 질감과 같은 요소가 있으며, 이미지에서 추출된 특징정보는 다음과 같은 검색 방법으로 사용되고 있다.

색상특징정보를 이용한 검색방법은 가장 널리 이용되고 있으나 밝기와 색의 변화 등 히스토그램 자체에 대한 변화에 상당히 민감하다는 단점이 있다. [1]

질감특징정보를 이용한 검색방법은 특징값 추출계산 알고리즘이 복잡하고, 사용자가 시각적인 예를 제시하는 방식에는 적용하기 어려운 단점이 있다. [2]

모양특징정보를 이용한 검색방법은 이미지내 객체의 모양 윤곽선을 구분짓는 특성을 이용한 방법으로 객체의 크기나 위치 등에 영향을 받지 않는다는 장점이 있으나, 객체의 윤곽선이 모양의 변환이나 방향에 민감하기 때문에 윤곽선 추출이 어렵다는 단점이 있다. [3]

보다 향상된 방법으로 색상과 모양, 정보를 단계별로 검색하는 연구가 있다. [4] 이 방법은 단일 특징정보에 비해 높은 검색효율성을 보이나, 유사이미지 검색을 위해 1 단계에서 전체 이미지 데이터에 대해 검색한 결과에 대해서 2단계의 재검색이 이루어진다. 따라서, 레코드 액세스(Access)빈도는 전체 레코드의 수에서 중복 검색되는 레코드수 만큼 액세스 빈도가 늘어난다.

본 논문에서는 이미지의 색상과 모양 특징정보를 추출하여 멀티인덱스키로 구성, 색상과 모양특징정보를 단일한 단계에서 유사성 비교를 함으로써 기존의 단일 특징정보를 이용한 방법이나 2가지 이상의 특징정보를 단계적으로 검색하는 방법에 비해 향상된 효율성과 신속성을 보이는 이미지 검색시스템을 제안하였다.

II. 내용기반 이미지 검색시스템

2.1 내용기반 이미지 검색시스템의 기본 구성

내용기반 이미지 검색시스템은 입력모듈, 질의모듈, 검색모듈을 기본요소로 구성되어 있다. 각 모듈의 구체적 구성은 그림1과 같다.

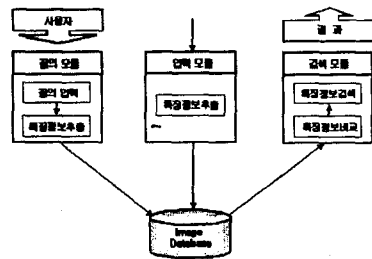


그림1. 내용기반 이미지 검색시스템

- **입력모듈** : 입력된 이미지에 대해 정해진 처리단계를 거쳐 이미지 데이터베이스의 내부적인 표현으로 저장되도록 한다.
- **질의모듈** : 입력된 질의 이미지에 대한 특징정보를 추출하여 이미지 데이터베이스의 데이터들과 비교할 수 있도록 한다.
- **검색모듈** : 질의한 이미지와 이미지 데이터베이스 내의 이미지를 시스템의 유사도에 기반하여 특징정보를 비교하여 후보이미지를 결정하고 검색결과 이미지를 화면에 보여준다.

2.2 내용기반 검색을 위한 이미지의 특징정보

(1) 색상특징정보

색상특징정보는 이미지의 특징정보들 가운데 가장 시각적인

특성을 가지고 있다. 이러한 색상정보의 특성을 이용해 이미지 검색시스템에서 사용되는 색상특징정보의 추출을 위해서 색상 히스토그램을 이용한 유사도 검색방법이 널리 사용되고 있다.

이 방법은 이미지내의 각 화소(pixel)별로 칼라값(value)을 읽어 칼라값의 분포에 대한 출현빈도수를 누적(count)하여 히스토그램으로 표현한다.

(2) 모양특징정보

모양특징정보는 객체의 윤곽을 구분짓는 특성으로 하나의 객체를 인식하기 위한 구조적인 속성을 제공한다. 모양특징정보의 추출은 윤곽선 검출방법을 이용해서 질의 이미지와 이미지 데이터베이스내의 이미지와의 관련성을 수행한다.

III. 멀티인덱스키를 이용한 내용기반 이미지검색시스템

본 논문에서 제안하는 시스템에서는 이미지에서 추출된 색상특징정보와 모양특징정보를 멀티인덱스키로 구성하여 유사도 매칭 수행에 이용한다.

두가지이상의 특징정보를 단계적으로 검색할 경우, 유사한 이미지를 검색하기 위해서 데이터베이스내의 레코드를 전체적으로 검색한 후 검색결과와 다른 특징정보와의 비교를 위한 추가적인 검색이 필요하다. 따라서, 멀티인덱스키를 이용하여 데이터베이스내의 이미지특징정보를 레코드수 만큼 비교함으로써 단일정보만으로 검색한 경우와 동일한 액세스(Access)횟수를 가지나 두가지의 특징정보를 이용하므로 효율성을 높일 수 있다.

본 논문에서는 이미지의 크기를 동일한 기준에 의해 특징정보를 추출할 수 있도록 하기 위하여 가로, 세로중 길이가 긴쪽을 180으로 고정시킨 후 180 × N 이나 N × 180으로 크기 정규화를 시켰다.

크기 정규화된 이미지는 특징정보추출시 이미지의 공간적인 정보의 상실을 최소화하기 위해 3x3의 9개의 영역으로 나누어 영역별 대표 특징값을 추출하였다. 그림2는 멀티인덱스키를 구성하기 위한 특징정보추출과정이다.

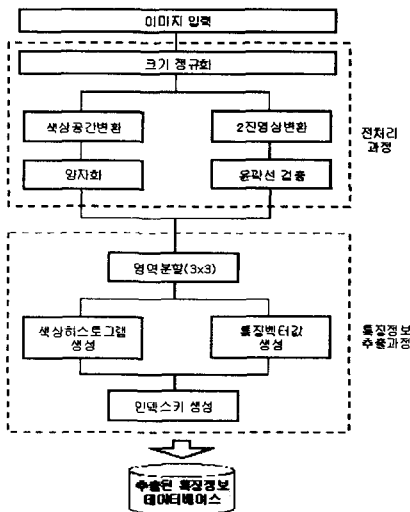


그림 2. 전처리 및 특징정보 추출과정

3.1 색상특징정보 추출

색상특징정보를 추출을 하기 위해서 이미지에서 추출된 R, G, B값을 이용하는 것은 RGB공간상에서 서로 영향을 끼치지 때문에 두 개의 칼라 유사도를 계산하는데 부적합하여 HSV칼라공간으로 변환하여 추출하였다. 따라서, 입력된 이미지의 색상을 H(Hue), S(Saturation), V(Value)로 식(1)의 과정을 통해 변환하여 사용하였다.

$$\begin{aligned} \text{if Max} = R \text{ Then } & H = \frac{60 \times (G - B)}{(Max - Min)} \\ \text{if Max} = G \text{ Then } & H = \frac{180 \times (B - R)}{(Max - Min)} \\ \text{if Max} = B \text{ Then } & H = \frac{300 \times (R - G)}{(Max - Min)} \\ \text{Max} = \text{largest}(r, g, b) & \quad \text{Min} = \text{smallest}(r, g, b) \end{aligned} \quad (1)$$

본 논문에서는 영역별로 색상특징정보의 대표값을 추출하기 위해 HSV색상공간으로 변환된 색상(Hue)의 최대값과 영역별로 64칼라로 양자화된 값중 최대값을 대표특징값으로 사용하였다. 양자화는 원래의 이미지에서 최선의 색상을 선택할수 있는 방법으로 화소(pixel)별 R,G,B값을 다음과 식(2)에 의해 64칼라 양자화를 위한 인덱스값으로 변환된다.

$$\text{Palette Index} = (\text{Red} / 64) * 16 + (\text{Green} / 64) * 4 + (\text{Blue} / 85) \quad (2)$$

3.2 모양특징정보 추출

윤곽선 검출을 위해서 라플라시안(2차 미분함수)를 이용하여 윤곽선의 중심에 있는 윤곽선만을 표현할 수 있도록 하였다. 이때 날카로운 윤곽선추출로 이미지의 잡음이 윤곽선으로 인식되지 않도록 하기 위해서 추출된 값에 대해 임계값을 주어 이진영상으로 변환하는 과정을 추가하여 윤곽선을 선명하게 추출하여 영역별 대표값을 추출하였다. 2차원 함수 f(x,y)의 라플라시안은 식(3)에 의해 계산 될 수 있다.

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (3)$$

3.3 멀티인덱스키의 구조 및 유사성 측정

그림3은 유사성 측정을 위한 멀티인덱스키의 구조이다.

H 분포	S 분포	...	H 분포	S 분포	V 분포	...	V 분포	File Name
1영역			9영역			9영역		
색상특징정보값						모양특징정보값		

그림 3. 멀티인덱스키의 구조

제안된 멀티인덱스키는 이미지에서 색상특징정보를 추출한 값에 대해 영역별로 색상의 최대분포값과 색상인덱스값의 최대분포값으로 구성한다. 모양특징정보를 추출한 값은 영역별로 이미지내 개체의 넓이를 대표벡터값을 구성하였다. 특징정보값을 추출하는 방법에 따라 다른 인덱스키의 구조를 가질 수 있기 때문에 적합한 구성으로 이미지의 검색이 효율적으로 이루어지도록 하고 있다.

이미지의 유사성 척도는 일반적으로 이미지 특징정보값들 사이의 거리(distance)값을 이용한다. 유사성척도를 위해서 Euclidean 거리함수의 변형인 식(4)의 City-block거리 척도함수를 이용하면 간단하게 거리값이 구해진다. 절대값이 작을수록 질의이미지와 유사한 이미지로 판정된다.

$$D(Q, I)_{\text{city-block}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |f_{ij} - f'_{ij}| \quad (4)$$

Q는 질의 이미지, I는 데이터베이스내의 이미지를 나타낸다.

그리고 f_{ij} 는 질의 이미지의 각 특징정보값이며 f_{ij} 는 데이터베이스내의 이미지 특징정보값이다.

본 논문에서는 유사성 척도에 의해 검색된 이미지를 유사도 값이 높은 순서로 화면에 출력하도록 하였다. 또한, 검색된 유사이미지에 대해 유사도(%)를 수치로 나타내기 위해서 구해진 거리값을 이용하여 식(5)와 같이 계산을 하였다.

$$\text{유사도}(\%) = 100 - \frac{\sum_{i=1}^9 |F_{qi} - F_{di}|}{\sum_{i=1}^9 F_{qi}} \times 100 \quad (5)$$

F_{qi} 는 질의 이미지의 특징정보값, F_{di} 는 데이터베이스내에 저장되어 있는 이미지의 특징정보값이다. 특징정보값의 거리값에 대해 이미지에서 나누어진 9개의 영역(i)별로 거리값의 합으로 유사도를 계산한다. 유사도 측정을 위한 이미지특징정보간의 비교는 그림 4와 같이 9개의 영역에서 구해진 특징정보값을 1,2,3영역(M1), 4,5,6영역(M2), 7,8,9영역(M3)영역의 각각에 대한 평균 유사도값을 구하여 M1, M2, M3 유사도가 모두 50%이상인 이미지에 대해서 내림차순으로 정렬하여 화면에 디스플레이 되도록 하였다.

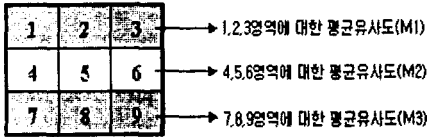


그림4. 이미지의 유사도 측정

IV. 성능 평가

제한한 시스템의 성능평가를 위하여 효율성과 신속성에 대한 평가하였으며, 다음과 같이 평가 될 수 있다.

내용기반 이미지검색 시스템에서는 유사매칭에 의한 이미지 검색이 이루어지므로 시스템 효율성의 평가는 일반적으로 정확율(Precision)과 재현율(Recall)로 평가될 수 있다. 정확율은 검색된 정보 가운데 적합 정보의 비율을 말하며, 재현율은 시스템이 적합 정보를 검색하는 능력을 말한다.[5]

질의이미지와 관련된 총 이미지수를 T_d 로 나타내고, 화면에 검색된 이미지의 수를 T_r , 검색된 이미지중 유사한 이미지수를 T_p 이라고 할 때, 식(6)과 같이 계산 된다.

$$\text{Precision(정확율)} = \frac{T_p}{T_r} \quad \text{Recall(재현율)} = \frac{T_p}{T_d} \quad (6)$$

검색의 신속성은 데이터베이스의 검색속도에 관계되는 것으로 본 논문에서는 검색을 위한 데이터베이스의 레코드 접근 회수(total record access) T를 신속성 평가의 척도로 사용한다. 데이터베이스에 저장된 이미지의 특징정보인 레코드의 접근 회수는 시스템 전체의 신속성에 매우 중요한 요소로 작용한다.

단일특징정보를 사용하는 검색 방식과 멀티인덱스키 방식은 식(7)과 같고, 단계별 검색의 결과는 식(8)이 된다.

$$T = I \quad \text{-----} (7)$$

$$T = I + I \times R \quad (0 \leq R \leq 1) \quad \text{-----} (8)$$

$$R = \frac{\text{1단계검색유사이미지수}}{\text{전체이미지수}(I)}$$

I는 데이터베이스에 저장된 전체 이미지수, R은 1단계에 검색된 유사 이미지수의 전체 저장 이미지수에 대한 비율이다.

표1. 시스템의 효율성 비교 결과

검정구분 \ 검색성분	색상	모양	2단계	제한된 기법
Precision (%)	85	82	90(78)	91
Recall (%)	89	85	90(81)	94

표1은 320개의 이미지에 대해서 시스템의 효율성을 측정구분에 따라 검색된 결과를 나타낸 것이다.

제한한 기법은 동일한 이미지에 대해 색상, 모양 단일 특징정보에 비해 Precision 91%와 Recall 94%의 높은 검색율을 보였다. 단계별 검색에서는 색상, 모양 순으로 검색한 경우와 모양, 색상 순으로 한 경우(()안의 값)의 검색율을 나타낸 것이다. 모양으로 검색하는 경우보다 색상으로 검색하는 것이 높은 검색율을 보였으며, 2단계 정보검색에서는 색상으로 검색한 후 모양으로 검색한 경우가 더 많은 유사이미지를 검색하였다.

표2. 시스템의 신속성 비교 결과

검정구분 \ 검색성분	색상	모양	2단계	제한된 기법
레코드 접근수(T)	320	320	363(341)	320

표2는 신속성을 평가를 위해 320개의 이미지에 대해서 평가기준을 적용하여 검색한 결과를 나타낸 것이다. 이미지 데이터베이스의 전체 레코드 접근(Total Record Access)수 T는 제한한 시스템이 단계별에 비해 적은 횟수로 액세스하여 유사도 매칭수행을 할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 기존의 내용기반 이미지 검색방법에 비해 향상된 검색의 효율성을 보이는 멀티인덱스키를 이용한 내용기반 이미지 검색시스템을 제안하였다. 제안한 방법에서는 이미지의 공간적인 특성을 고려한 색상분포와 이미지의 윤곽선추출을 이용한 모양특징정보를 유사도 검색을 위한 멀티인덱스키로 구성함으로써 효과적인 검색이 이루어지도록 하였다. 특징정보가 저장되어 있는 데이터베이스와 이미지 데이터베이스를 분리하여 유사이미지를 검색하도록 하여, 검색을 위해 이미지를 읽을 때마다 디스크를 액세스하지 않고, 유사한 조건을 가지는 이미지는 동시에 메모리에서 비교되므로 검색시간이 단축되었다.

참고문헌

- [1] 윤일동, "컬러히스토그램 컬러텍처를 이용한 내용기반 영상검색기법", 대한전자공학회지, pp.3-12, 1999
- [2] M.J. Swain and D.H. Ballard, "Color indexing", international journal of Computer Vision, vol.7, no.1, pp.11-32, 1991.
- [3] H.Tamura, S.Mori and T.Yamawaki, "Textures corresponding to Visual Perception", IEEE Transaction on Syst. Man Cybern. SMC-8(6), pp.460-473, 1978
- [4] Xia Wan and C. C. Jay Kuo, "Color Distribution Analysis and Quantization for Image Retrieval," Proceedings of SPIE : Storage and Retrieval for Image and Video Databases IV, Vol. 1670, pp.8-16, 1996.
- [5] 김봉기, 오해석, "특징정보를 이용한 다단계 내용기반 영상 검색기법", '98 International Conference Digital Library & Knowledge Seou Korea, pp.395-40