

컬러 및 질감 특징 추출을 이용한 향상된 이미지 검색 기법

박성현*¹⁾, 신인경*, 안효창*, 이용환*, 조한진**, 이준환**²⁾

*단국대학교 응용컴퓨터공학과

**극동대학교 스마트모바일학과

e-mail: mzzang@dankook.ac.kr¹⁾, rainbow@kdu.ac.kr²⁾

Improved Image Retrieval Method using Color and Texture Feature Extraction

Sunghyun Park*, In-Kyoung Shin*, Hyochang Ahn*, Yong-Hwan Lee*,
Han-Jin Cho**, June-Hwan Lee**

*Dept of Applied Computer Engineering, Dankook University

**Dept of Smart Mobile, Far East University

요 약

최근 네트워크와 멀티미디어 관련 기술의 발달로 이미지 및 동영상과 같은 대용량 멀티미디어 데이터가 증가하고 있다. 이에 따라 대용량의 데이터에서 영상 정보의 효율적인 검색 방법이 요구되고 있다. 하지만 기존의 전통적인 색인기술은 관리자가 영상을 직접 보면서 적절한 텍스트 내용을 입력하는 방법으로 시간이 많이 소요되며, 관리자의 성향에 따라 색인어의 입력이 다를 수 있어 검색시 오류를 발생시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 영상으로부터 컬러 특징과 질감 특징을 추출하여 보다 효율적으로 내용 기반 영상 검색을 수행하는 방법을 제안한다. 실험을 통하여 다른 기존의 영상 검색 방법보다 검색 효율성에서 안정적이며 보다 나은 결과를 얻음을 확인한다.

1. 서론

최근 정보통신망 및 멀티미디어 기술의 발전으로 인해 우리가 접하는 정보의 형태는 단순한 텍스트 데이터에서 대용량의 멀티미디어 데이터로 전환되고 있다. 특히 영상 데이터베이스 내에서 필요한 영상을 검색해내는 영상 검색은 사용자가 질의를 원하는 영상을 제시하면 영상을 분석하여 특징을 추출하고 색인화 하여 유사한 특징을 가지는 영상을 가지는 것을 목적으로 한다[1].

영상 정보 검색은 일반적으로 텍스트 기반 영상 검색(Text-Based Image Retrieval)과 내용 기반 영상 검색(Content-Based Image Retrieval)으로 분류된다. 텍스트 기반 영상 검색은 영상이 가지는 주제, 내용 및 파일 이름 등을 텍스트로 정의하고 검색에 이용하는 방법이다. 내용 기반 영상 검색은 영상에서 나타내는 컬러(color)[2-6], 질감(texture)[7,8], 형태(shape)[9-13] 등의 통계적인 특징이나 기하학적인 특징을 사용하여 영상을 표현하고 이를 이용하여 검색을 수행하는 방법이다.[14-17].

따라서 본 논문에서는 기존의 컬러 영상을 HSV 컬러 공간을 이용해 변환함으로써 밝기와 채도에 덜 민감한 데이터를 추출하고, 영상 검색 과정에서 유사도를 용이하게 산출하도록 한다. 또한, 입력된 영상의 전체 히스토그램 및 중심 영역과 외곽 영역에서 컬러 분리를 위한 각 영역

별 히스토그램을 생성한 후 컬러 특징 정보를 추출 하여 영상 검색의 효율성을 높이고자 한다. 또한 MPEG-7에서 제안한 다양한 질감 기술자중 에지 히스토그램 기술자를 이용하여 영상을 일정 비율의 부분 영상으로 나눠 부분 영상별 에지 히스토그램 빈을 추출하는 방법을 제시하도록 하여 영상 검색을 위한 효율적인 특징 정보를 추출하는 방법을 제안하도록 한다.

2. 관련 연구

영상 정보 검색을 효율적으로 수행하기 위한 방법으로는 검색 환경에 따라 여러 가지가 있을 수 있지만 일반적으로 텍스트 기반 영상 검색과 내용 기반 영상 검색으로 분류된다. 텍스트 기반 영상 검색은 영상이 가지는 주제, 내용 및 파일 이름 등을 텍스트로 정의하고 검색에 이용하는 방법으로 고속 검색이 가능하고 주석 자체의 데이터 양이 적어서 저장 및 관리가 용이하다는 장점이 있다. 그러나 영상의 경우 객체나 배경에 따라 다양한 해석이 가능하고 때때로 여러 가지 의미를 내포하는 경우도 존재하며 의미보다는 느낌이 중요시 되는 상황도 발생하기 때문에 한정된 수의 키워드를 이용하여 특정 영상을 기술하는 방법은 검색에 대한 효율성이 떨어진다는 단점이 있다. 또한 텍스트를 이용한 주석화 작업은 매우 주관적인 작업이기 때문에, 동일한 영상이라도 사람에 따라서 각기 다른 정의가 내려질 수 있다[1,14,18,19]]. 이에 비해 내용 기반 영상 검색은 영상에서 나타내는 통계적인 특징이나 기하

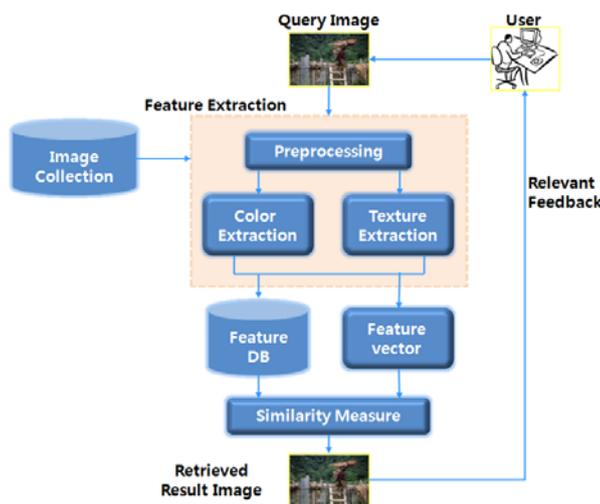
1) 주저자(First Author)

2) 교신저자(Corresponding Author)

학적인 특징을 사용하여 영상을 표현하고, 이러한 특징을 기반으로 검색을 수행하므로 데이터베이스 구축에 따른 시간 및 인력 소모를 줄일 수 있으며, 보다 효율적인 관리 및 검색이 가능하기 때문에 현재 다양한 방법들이 활발하게 연구되고 있다[14-17].

3. 제안한 방법

본 논문에서 제안하는 전체 시스템은 다양한 영상 검색 기술자중 컬러 기술자와 질감 기술자를 이용하여 구성한다. 첫 번째로 컬러 기술자에서는 입력된 영상을 HSV 컬러 공간 기술자를 이용하여 변환 한 후, 영상의 전체 히스토그램과 영상의 중심 영역과 외곽 영역에서의 컬러 분리를 위한 각 영역별 히스토그램을 추출하여 특징 값을 추출한다. 두 번째로 질감 기술자에서는 입력영상을 일정 비율의 부 영상으로 나누어 구간별 부 영상의 에지 히스토그램 빈을 추출하여 영상에서의 객체의 이동에 보다 강건하도록 설계한다. (그림 1)은 제안된 기술자를 이용한 전체 시스템 구조를 보여준다.



(그림 1) 제안하는 영상 시스템 구조도

3.1. 컬러 정보 추출

전체적인 하나의 전역 컬러 히스토그램은 이미지의 중심 영역과 외곽 영역 컬러에 대한 정보가 없기 때문에, 데이터베이스에 저장된 이미지들 중 질의 이미지와 중심 영역과 외곽 영역 컬러의 구성이 매우 다른 이미지 일지라도 전역 컬러 히스토그램 빈의 컬러 분포만 비슷하다면 유사한 이미지로 검색되는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 입력된 영상의 전체 히스토그램을 생성 한 후, 중심 영역과 외곽 영역에서 이미지의 컬러 분리를 위한 각 영역별 히스토그램을 생성한다. 따라서 본 논문에서는 이미지의 중심 영역과 외곽 영역의 컬러를 분리하기 위해서 다음과 같이 정의한다[30-32].

1) 중심 영역의 컬러는 이미지의 중앙 부근에 위치한다.

- 2) 이미지의 가장 많은 부분을 차지하는 컬러는 외곽 영역으로 정의한다.
- 3) 이미지의 외곽 영역 컬러는 이미지의 배경 영역에 많은 양이 분포한다.
- 4) 배경 영역에 존재하는 외곽 영역 컬러를 제외한 컬러는 중심 영역 컬러로 정의한다.
- 5) 중심 영역 컬러는 외곽 영역과는 차별화된 컬러 및 질감으로 구성된다.
- 6) 중심 영역은 경계 위치에 비교적 강한 경계 성분을 포함한다.

식 (1)과 식 (2)는 각각 중심 영역 히스토그램 및 외곽 영역 히스토그램을 구하기 위해 사용된 알고리즘을 나타낸다.

$$BG_H = \sum P_{ij} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & (0 \leq i < 1 \times width / 8 \\ & \text{OR } 7 \times width / 8 \leq i < width \\ & \text{OR } 0 \leq j < 1 \times height / 8 \\ & \text{OR } 7 \times height / 8 \leq j < height) \end{aligned}$$

$$FG_H = \sum P_{ij} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & (3 \times width / 8 < i < 3 \times width / 4 \\ & \text{OR } 3 \times height / 8 < j < 3 \times height / 4) \end{aligned}$$

여기서 BG_H 는 외곽 영역 히스토그램이며, FG_H 는 중심 영역 히스토그램 그리고 P_{ij} 는 이미지 픽셀을 나타낸다. $width$ 는 이미지의 너비, $height$ 는 이미지의 높이를 나타낸다.

3.2. 블록 기반 에지 특징 추출

본 논문에서는 에지 히스토그램 디스크립터를 이용하여 여덟 가지 종류의 에지 형태를 국부(local) 영상 영역에서 공간적 분포로 표현한다. 각 국부 영역은 부분 영상(sub-image)라 하며 여덟 개 방향성 에지로 표현된다. 16개(4x4)의 겹치지 않는 각각의 부분 영상에 대해 여덟 개의 빈으로 구성된 국부 에지 히스토그램이 생성된다. 블록 기반 에지 특징 추출을 위하여 우선 이미지 블록을 9개의 부분 블록으로 나눈 후, 각 부분 블록에 0부터 8까지 번호를 할당함으로써 (i, j) 번째 이미지 블록의 아홉 개의 부분 블록에 대한 평균 그레이 레벨을 각각 $A_k(i, j)$ 와 수식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$A_k(i, j) = \frac{1}{s_height \times s_width} \sum_{m=0}^{s_height} \sum_{n=0}^{s_width} I_{ij}(m, n) \quad (3)$$

이렇게 나뉜 각 부 블록은 8 방향성 에지에 대한 필터의 계수를 이용하여 각 서브 블록의 평균 밝기 값과 컨

블루선한 크기를 해당 에지의 강도로 나타낼 수 있다. 45° 방향의 각 8가지의 에지 방향 검출 필터 계수를 $f_{45n} \cdot (k)$ 이라 하면, (i, j) 번째 픽셀 이미지 블록에 대한 8가지 에지 강도는 아래 식 (4)을 이용하여 구해진다.

$$m_n = \left| \sum_{k=0}^8 A_k(i, j) \times f_{45n} \cdot (i, j) \right| \quad (4)$$

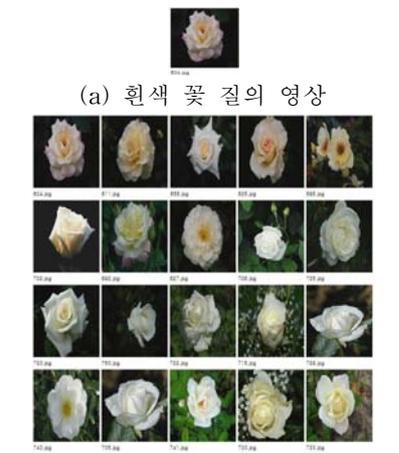
위와 같이 구해진 한 개의 이미지 블록내의 8가지 에지의 강도들 중에서 가장 큰 값은 식 (5)와 같이 구해지며, 에지 강도를 가지는 해당 이미지 블록은 최대 강도를 갖는 에지의 성분을 갖는다.

$$\max \left\{ \begin{matrix} m_{0^\circ} \cdot (i, j), m_{45^\circ} \cdot (i, j), m_{90^\circ} \cdot (i, j), \\ m_{135^\circ} \cdot (i, j), m_{180^\circ} \cdot (i, j), m_{225^\circ} \cdot (i, j), \\ m_{270^\circ} \cdot (i, j), m_{315^\circ} \cdot (i, j) \end{matrix} \right\} \quad (5)$$

4. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법을 실험하기 위해 사용된 시스템은 Pentium Dual-Core 2.6GHz, memory 4GB RAM을 이용하며, 운영체제 Window XP 환경에서 프로그래밍 툴로 Microsoft Visual C++을 이용하여 구현하였다. 시스템의 성능 평가를 위한 실험 데이터로 MPEG-7 CCD(Common Color Dataset), VisTex 이미지 데이터베이스, Corel 이미지 데이터베이스와 다양한 주제를 갖는 자연 이미지 집합을 구성하여 사용한다.

본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 입력된 영상의 컬러 공간을 HSV 컬러 공간으로 변환 한 후, 영상의 영역별 히스토그램을 추출한 방법과 기존의 방법을 비교하여 영상을 검색한 결과를 NMRR 값으로 나타내었다. (그림 2)는 질의 영상에 따른 컬러 특징 검색 결과를 나타내고 있다.



(a) 흰색 꽃 질의 영상
(b) 흰색 꽃 질의 영상에 대한 결과
(그림 2) 컬러 특징 검색 평가

<표 1>과 같이 제안한 방법의 ANMRR의 값이 기존의 방법보다 0.23570 만큼 낮은 수치인 0.22651를 보임으로서 향상된 검색 효율을 보였다.

<표 2> 기존의 방법과 제안한 방법의 ANMRR 값 비교

	Conventional	Proposed
ANMRR	0.46221	0.22651

일반적인 전역 컬러 히스토그램만을 사용하거나 기존의 방법과 같이 영상의 중앙 영역에서 얻어낸 컬러가 중심 영역 컬러일 확률이 높다는 점을 이용하여 검색한 방법과 비교하여, 영상의 중앙 영역에서 얻어낸 컬러 정보만을 이용하기 보다는 영상의 외곽 영역을 중심으로 한 컬러 정보에 의해 컬러를 분리하여 질의 이미지를 검색한 결과가 보다 좋은 검색 효율을 보였다. (그림 3)은 전체 질의 영상 중 일부 질의 영상에 대해 에지 히스토그램 디스크립터(EHD)와 본 연구에서 제안한 방법을 적용하여 검색 엔진을 통해 영상이 검색된 실험 결과를 보여준다.



(a) 새 질의 영상
(b) 새 질의 영상에 대한 결과
(그림 3) 질감 특징 검색 평가

<표 2> EHD와 제안 알고리즘의 ANMRR 값 비교

	EHD	Proposed
ANMRR	0.51023	0.32651

<표 2>는 질감 특징을 이용한 에지 히스토그램 디스크립터의 성능을 평가한 것이다. 각 쿼리 영상에 대한 실험 결과 제안한 알고리즘의 NMRR값이 적게 나옴을 알 수 있었다. NMRR값이 적을수록 검색 성능이 좋다고 평가되기에 전체적인 ANMRR값을 보면 EHD보다 제안한 방법의 ANMRR값이 0.18372 만큼 낮은 수치인 0.32651 값을 보임으로서 안정된 검색 효율을 보였다.

에지를 이용한 질감 검색은 컬러를 이용한 검색과 비교

하여 보다 낮은 검색 효율을 보이지만 특징의 구분이 어렵고, 영상이 가지는 정보의 비중이 질감보다 컬러가 높기 때문에 컬러를 이용한 검색 효율이 더 높게 나온다고 볼 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문은 내용 기반 영상 검색 시스템에 있어 영상이 갖는 컬러, 모양, 질감 등 다양한 특징 중 컬러 정보와 질감 정보를 이용한 영상 검색 기법을 제안하였다. 그 결과 컬러 정보를 이용한 기법 중 기존의 방법에 대한 컬러 히스토그램 디스크립터의 ANMRR값은 0.46221인 반면에 본 논문에서 제안한 방법을 적용 시 0.22651로 향상된 검색 효율성을 보인다. 또한 질감 정보를 이용한 기법 중 에지 히스토그램 디스크립터를 이용한 ANMRR값은 0.51023이지만 본 논문에서 제안한 방법을 적용 시 0.32651로 안정적인 수준의 검색 효율을 나타내었다.

본 연구를 통하여 제안된 컬러와 질감 특징 추출 기법은 다양한 다른 기법들과 함께 조합하여 이용될 수도 있다. 향후 다양한 특징을 갖는 데이터베이스에서도 효율적인 검색 결과를 갖는 기법에 대한 연구가 지속적으로 요구된다.

참고문헌

- [1] 송석진, "영상 검색을 위한 다중 영상 특징 결합 방법," 박사 학위 논문, 부산대학교 대학원 전자공학과, 2003.
- [2] R. Schettini, G. Ciocca and S. Zuffi, "A Survey of Methods for Colour Image Indexing and Retrieval in Image Databases," L. W. MacDonald and M. R. Luo, Editors, *Color Imaging Science : Exploiting Digital Media*, Wiley, J & Sons Ltd, 2001.
- [3] N. Chang and K. Fu, "A Relational Database System for Images," Technical Report RT-EE, Purdue University, pp. 28-79, 1979.
- [4] S. Chang, C. Yan, C. Dimitroff and A. Timothy, "An Intelligent Image Database system," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 14, no. 5, pp. 681-688, May 1998.
- [5] J. Smith and S. Chang, "Tools and Techniques for Color Image Retrieval," *IS&T/SPIE, Electronic Imaging Science and Technology-Storage and Retrieval for Image and Video Database VI*, vol. 2670, pp. 426-437, Feb. 1996.
- [6] J. Huang, S. Kumar, M. Mitra and W. Zhu, "Spatial Color Indexing and Applications," *International Journal of Computer Vision*, vol. 35, no. 3, pp. 245-268, Dec. 1999.
- [7] R. Brunelli and O. Mich, "Image Retrieval by Examples," *IEEE Transactions on Multimedia*, vol.2, no. 3, pp. 164-171, Sep. 2000.
- [8] A. Vailaya, M. Figueiredo, A. Jain and H. Zhang, "Image Classification for Content-Based Indexing," *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 10, no. 1, Jan. 2001.
- [9] I. Hsieh and K. Fan, "Multiple Classifiers for Color Flag and Trademark Image Retrieval," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 10, no. 6, pp. 938-950, Jan. 2001.
- [10] B. Mehtre, M. Kankanhalli, A. Narsimhalu and G. Man, "Color Matching for Image Retrieval," *Pattern Recognition Letters*, vol. 16, pp. 325-331, Mar. 1995.
- [11] Y. Chen, M. Nixon and D. Thomas, "Statistical Geometrical Features for Texture Classification," *Pattern Recognition*, vol. 28, no. 4, pp. 537-552, 1995.
- [12] A. Jain and A. Vailaya, "Image Retrieval using Color and Shape," *Pattern Recognition*, vol. 29, no. 8, pp. 1233-1244, Aug. 1996.
- [13] A. Jain and A. Vailaya, "Shape-based Rretrieval : A Case Study with Trademark Image Databases," *Pattern Recognition*, vol. 31, no. 9, pp. 1369-1390. Sep. 1998.
- [14] A. Smeulders, M. Worring, S. Santini, A. Gupta and R. Jain, "Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Years," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, no. 12, pp. 1349-1380, Dec. 2000.
- [15] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang and B. Dometal, "Query by Image and Video Content : The QBIC System," *IEEE Computer Special Issue on Content-Based Retrieval*, vol. 28, no. 9, pp.23-32, Sep. 1995.
- [16] R. Gray, "Content-Based Image Retrieval : Color and Edges," Technical Report PCS-TR95-252, Department of Computer Science, Dartmouth University, 1995.
- [17] S. Michael, "Next-Generation Web Searches for Visual Content," *IEEE Computer Society Press*, vol. 33, pp.46-53, Nov. 2000.
- [18] Y. Rui and T. Huang, "Image Retrieval : Current Techniques, Promising Directions, and Open Issues," *Journal of Communication and Image Representation*, vol. 10, pp. 36-62, 1999.
- [19] K. Wong, K. Cheung and L. Po, "MIRROR : An Interactive Content Based Image Retrieval System," *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, vol. 2, pp. 1541-1544, May 2005.