

블록단위 특성분류를 이용한 컬러영상 검색

류 명 분, 우 석 훈, 박 동 권, 원 치 선

서울 중구 필동
동국대학교 전자공학과
E-mail: cswon@cakra.dongguk.ac.kr

Color Image Retrieval Using Block-based Classification

Myoung Boon Ryu, Seock Hoon Woo, Dong Kwon Park, Chee Sun Won

Dept. of Electronic Eng.
Dongguk University
Seoul, 100-715, KOREA
E-mail: cswon@cakra.dongguk.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a new content-based color image retrieval algorithm. The algorithm makes use of two features; colors as global features and block classification results as local features. More specifically, we obtain R, G, B color histograms and classify nonoverlapping small image blocks into texture, monotone, and various edges, then using these histograms and classification results we make a similarity measure. Experimental results show that retrieval rate of the proposed algorithm is higher than the previous method.

I. 서론

최근에 멀티미디어 기술의 발달과 스캐너, CD-ROM 등의 보급으로 의용 영상, 위성사진 등 각종 영상데이터들이 디지털 데이터베이스화 되어가고 있다. 이와 같은 영상 데이터베이스의 증가에 따라 자동적으로 영상을 분류하고 영상의 내용을 이해하여 검색하는 시스템의 개발이 필요하게 되었다. 이런 시스템의 구현을 위해 컬러(color), 질감(texture), 모양(shape) 등을 검색의 특징요소로 이용하는 방법들이 제안되어 왔다[1][2]. Swain[3]이 컬러 히스토그램을 이용한 매칭을 제안한 이후 많은 사람들이 컬러 히스토그램, 컬러 추출, 컬러 쌍 등 컬러를 이용하는 방법을 영상검색에 적용해 왔다[1][2][4][5].

컬러를 이용하는 방법 중에도 컬러 히스토그램과 컬러쌍 두 가지를 한 번에 사용하는 경우 있었다. 하지만 이 방법도 여전히 컬러라는 특징 하나만을 사용한다는 한계가 있다[6]. 또한 윤곽선 추출[7], 블록분류[8] 등을 통하여 얻은 윤곽선 정보를 검색에 이용하는 방법도 있었다. 그러나 영상이 다양해지고 많아질수록 한가지 특징만을 이용한 검색은 좋은 결과를 보이지 못함에 따라 두 가지 이상의 특징을 함께 사용하는 방법이 나오게 되었다. Robert[2]는 컬러 히스토그램과 에지 맵을 이용해 검색하는 시스템을 제안하였으나 두 정보를 동시에 이용하지는 못했다. 컬러와 다른 정보를 사용하는 방법의 예는 컬러, 라인, 모양 등의 특징을 이용하여 검색하는 방법[7]과 컬러 히스토그램과 에지정보를 동시에 이용하여 약간 다른 영상에서 동일한 대상 찾기[9], 트레이드마크 데이터베이스 내에서의 검색[10] 등이 제안되었다. 이 방법은 심벌마크 등의 영상 검색에는 좋은 결과를 보였으나 일반 영상에 적용하기에는 무리가 따른다. 본 논문에서는 일반 자연 영상을 대상으로 컬러와 에지, 질감 등 블록 정보를 동시에 이용하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 주어진 영상에 대해 컬러 히스토그램을 만들고, 블록 분류를 통해 윤곽선에 대한 정보를 추출하여 두 정보에 적당한 가중치를 주어 전체적인 유사도를 결정한다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 컬러 정보와 블록정보의 추출 방법과 매칭법을, 3장에서는 이런 방법으로 행한 컬러영상 검색의 실험결과를 그리고 4장에서는 본 논문을 마무리하였다.

II. 특징 추출 및 유사도 기준

인간은 물체를 판단할 때 컬러와 전체적인 윤곽, 질감 등을 동시에 고려하여 판단한다. 이런 인간의 판단 법에 좀더 근접하기 위해서는 여러 가지 특징을 결합하여 판단하는 시스템을 구현하는 것이 바람직하다. 지금까지 사용해 왔던 대표적인 영상 특징 중 컬러는 대상의 회전, 이동 등에 강한 면을 보여 전체적인 매칭(global matching)에는 적당하지만 물체의 위치나 영상의 구성 등 공간 정보를 표현할 수 없는 단점이 있다. 이런 점을 보충해 줄 수 있는 특징 중 하나가 윤곽선(shape) 정보이다. 윤곽선 정보는 영상의 크기 변화나 회전 등에는 약하나 밝기변화와 조명의 영향 등 컬러 정보의 단점을 보완할 수 있는 공간정보다. Jain[10]은 Swain의 방법[3]을 약간 변화시킨 컬러 히스토그램 매칭법과 Canny edge operator를 이용해 얻은 에지 픽셀의 각도를 10° 단위로 히스토그램화하여 매칭하는 방법을 동시에 사용하여 검색하였다. 그러나 Jain등이 사용한 데이터베이스는 배경이 단순하고 대상의 모양도 비교적 간단한 트레이드 마크였다. 또한 윤곽선을 계산하는데 사용한 Canny edge operator는 픽셀 단위로 에지를 계산하기 때문에 잡음에 약하며, 배경이 많고 윤곽이 복잡한 실영상에 사용하기에는 적당치 않은 면이 있다. 따라서 본 논문에서는 블록 단위로 영상을 분류하여 각각 단순 블록, 질감 블록, 네 방향의 에지 블록으로 나누어 얻은 대상의 윤곽과 질감 등의 정보를 Jain의 방법을 이용한 컬러 히스토그램과 함께 이용하는 컬러 영상 검색 방법을 제안한다. 여기에서 컬러는 영상의 회전, 이동 등에 강한 전체적인 유사도(global similarity) 역할을 하며 분류된 블록은 공간적인 정보를 반영하는 국부적인 유사도(local similarity)의 역할을 한다.

1. 컬러[10]

컬러는 영상을 특징짓는 중요한 요소로 일정한 배경에 대해 회전과 이동에 강한 장점이 있다. 인간은 컬러의 작은 변화는 거의 눈치채지 못하므로 컬러 정보를 일정한 크기의 그룹(bin)으로 나누어 히스토그램화하면 정보량을 줄이면서 일정한 성과를 유지할 수 있다. 컬러에 대한 히스토그램은 RGB 컬러 공간에서 R, G, B 각각에 대한 일차원 히스토그램 세 개를 이용하였으며, 각 히스토그램은 16개의 그룹(bin)으로 이루어져 있다. 이렇게 만든 컬러 히스토그램을 이용하여 질의 영상 Q와 데이터베이스 내의 비교 영상 D 사이의 컬러 유사도를 계산하면 아래와 같다.

$$S_c(Q, D) = \left(\sum_r \min(Q_R(r), D_R(r)) + \sum_g \min(Q_G(g), D_G(g)) + \sum_b \min(Q_B(b), D_B(b)) \right) / \min(|Q|, |D|) \times 3 \quad (1)$$

||; 해당 히스토그램의 픽셀 수

즉, 질의 영상 Q에 대해 R, G, B 세 가지 색에 대해 각각 16개의 그룹(bin)을 갖는 히스토그램 Q_R, Q_G, Q_B 를 만들고, 비교 영상 D에 대해서도 R, G, B의 히스토그램 D_R, D_G, D_B 를 만들어 컬러마다 하나하나의 그룹(bin)을 비교하여 두 영상에 동시에 존재하는 컬러의 양만큼-두 그룹 중에서 크기가 작은 쪽의 양만큼-을 누적한다. 이 값을 두 영상중 크기가 작은 영상의 픽셀 수로 나누면 정규화된 값 S_c 를 얻는다. $S_c(Q, D)$ 는 0에서 1사이의 값을 가지며 두 영상의 히스토그램이 같거나 한 영상이 다른 영상을 완전히 포함하는 관계에 있을 경우 1의 값을 갖는다.

2. 블록 분류

Jain은 Canny edge operator를 이용하여 픽셀마다 에지를 계산하므로써 윤곽선 정보를 얻었지만, 본 논문에서는 블록 단위로 에지를 결정하는 블록분류 기법을 사용한다[11].

즉, $N_1 \times N_2$ 영상을 겹치지 않는 $N \times N$ 블록으로 나누고 각 블록에 대해 likelihood를 계산하여 단순 블록, 질감 블록, 수평, 수직, 대각선 에지 블록으로 분류한다. 주어진 블록은 수정된 AIC(Akaike's Information Criterion) 기준을 사용하여 가능한 패턴 중에서 가장 잘 일치하는 형태를 선택한다[11]. 블록분류가 완료되면 질의 영상 Q와 비교 영상 D의 대응하는 위치에 있는 블록을 하나하나 비교하는 방법으로 영상의 공간 정보를 반영한다. 이 방법은 영상의 회전이나 이동에는 약한 면이 있으나 에지블록에 의한 윤곽선 정보와 질감 블록, 단순 블록에 의한 추가적인 정보를 이용할 수 있다. 블록 매칭은 대응하는 위치에 있는 블록의 패턴이 일치하는 경우에 한해 단순 블록과 에지 블록은 평균값의 차이를 이용하여 계산하고, 질감 블록은 픽셀값의 차이를 직접 계산하여 블록 하나의 유사도를 구한다. 이렇게 블록마다 유사도를 구한 후 단순 블록, 질감 블록, 에지 블록별로 그 값을 누적하여 질의 영상에 있는 해당 블록의 수로 정규화하면 각 블록 패턴에 대한 유사도를 얻을 수 있다. 이 값을 적당한 가중치를 주어 더하면 질의 영상 Q에 대한 비교 영상 D의 블록 분류에 의한 유사도를 구할 수 있다. 단순 블록, 질감 블록, 에지 블록에 대한 블록 하나의 유사도를 m, t, e 라 할 때 이 값은 식 (2), (3), (4)와 같다.

$$m = 1 - \frac{|\bar{Q}_m - \bar{D}_m|}{255} \quad (2)$$

\bar{Q}_m, \bar{D}_m 은 질의 영상과 비교 영상에서 해당 단순 블록의 평균이고, 255는 두 블록이 가질 수 있는 최대의 차이 값으로 두 블록의 차이를 정규화하는 역할을 한다. 1에서 정규화된 차이 값을 빼는 것으로 m 은 유사도를 나타내게 된다.

$$t = 1 - \frac{1}{255} \frac{\sum_{i,j=0}^{N-1} |Q(i,j) - D(i,j)|}{N \times N} \quad (3)$$

$N \times N$ 은 블록의 크기이고, $Q(i,j)$, $D(i,j)$ 는 질의 영상과 비교 영상의 픽셀 값이다.

$$e = 1 - \frac{1}{2} \frac{\sum_{k=0}^1 |\bar{Q}_{e_k} - \bar{D}_{e_k}|}{255} \quad (4)$$

\bar{Q}_e , \bar{D}_e 는 각 영상에서 해당 에지 블록의 평균을 의미하며, k 는 에지에 의해 나누어진 두 영역의 평균값을 나타낸다. 영상 전체에 대해 m 값을 누적하여 질의 영상의 단순 블록 수로 나누어 정규화한 값을 M , t 값을 누적하여 질의 영상의 질의 영상 블록 수로 정규화한 값을 T , e 값을 누적하여 질의 영상의 에지 블록 수로 정규화한 값을 E 라 하면 윤곽선, 질감 등을 반영하는 블록 유사도 S_B 는 식(5)와 같다.

$$S_B = \frac{\alpha M + \beta T + \gamma E}{\alpha + \beta + \gamma} \quad (5)$$

여기서 α , β , γ 는 각각 단순 블록, 질감 블록, 에지 블록에 대한 가중치이다.

앞절에서 소개한 컬러를 이용한 유사도 S_C 와 식(5)의 블록 분류를 이용한 유사도 S_B 를 적당한 가중치 λ , ω 를 주어 더하면 질의 영상 Q 에 대한 비교 영상 D 의 최종 유사도 S_T 를 다음의 식(6)과 같이 구할 수 있다.

$$S_T = \frac{\lambda S_C + \omega S_B}{\lambda + \omega} \quad (6)$$

III. 실험 결과

제안한 알고리즘은 총 71개의 꽃 영상 데이터베이스에 대해 실험하였다. 또한 알고리즘의 성능 비교를 위해 똑같은 데이터베이스에 대해 Jain[10]의 방법으로 실험한 결과와도 비교하였다.

1. Jain의 방법[10]

Jain은 컬러 영상에 대해 컬러 정보와 에지로부터 얻은 모양(shape) 정보를 이용하는 영상 검색법을 제안하였다. R, G, B 컬러 공간에서 주어진 영상을 히스토그램 하나 당 16개의 그룹(bin)을 갖는 세 개의 일차원 히스토그램으로 만든다. 이렇게 질의 영상과 데이터베이스 내의 영상에 대해 컬러 히스토그램을 구한 후 히스토그램 인터섹션을 하여 컬러에 대한 두 영상의 유사도를 계산한다. 주어진 영상에 대해 Canny edge operator를 이용해 에

지의 방향을 계산하여 하나의 그룹(bin)당 10° 크기를 갖는 36개의 그룹(bin)으로 된 에지 히스토그램을 만든다. 이렇게 얻은 에지 히스토그램에 대해 히스토그램 인터섹션을 하여 모양(shape)의 유사도를 계산한다. 이런 과정을 거쳐 얻은 컬러의 유사도와 모양의 유사도를 1 : 1의 비율로 전체 유사도를 구한다.

2. 실험 결과

실험은 다음과 같이 세 가지 경우에 대해 하였다.

첫 번째 경우는 데이터베이스에 있는 총 71개의 원영상을 그대로 사용하여 제안한 알고리즘의 성능을 실험하였고, 두 번째 경우는 원영상의 물체(object)를 임의의 방향으로 이동(transition)시킨 68개의 영상에 대해 제안한 알고리즘이 영상의 이동에 얼마나 강한지를 실험하였다. 마지막으로 원영상의 물체(object)를 최대한 보존하면서 임의의 각도로 회전시킨 47개의 영상으로 실험하여 제안한 알고리즘이 영상의 회전에 대해 강한지 알아보았다. 하나의 질의 영상에 대한 검색된 영상은 8위까지만 보여 주었고 이 8개의 검색 결과 목록의 개수를 R 이라 하였다. 이때 검색의 효율 η 는 아래와 같이 계산된다[12].

$$\eta = \begin{cases} \frac{n}{N} & \text{if } N \leq R \\ \frac{n}{R} & \text{if } N > R \end{cases} \quad (7)$$

여기서 n 은 검색된 영상중 질의 영상과 비슷한 영상의 수이고, N 은 데이터베이스 내에 있는 영상 중 질의 영상과 비슷한 영상의 수이다.

표1은 원영상과 이동(transition)시킨 영상, 회전(rotation)시킨 영상의 데이터베이스에 대해 제안한 알고리즘과 Jain의 알고리즘으로 실험한 결과를 보이고 있다. 원영상과 이동 영상의 실험에서는 10개의 질의 영상을, 회전 영상에 대해서는 7개의 질의 영상을 임의로 선택하여 실험하였다.

표 1. 실험 결과

	Jain의 알고리즘	제안한 알고리즘
original DB	0.436	0.500
transition	0.465	0.476
rotation	0.509	0.509

표1은 $\alpha : \beta : \gamma$ 를 3 : 2 : 5로 주었고 $\lambda : \omega$ 는 1 : 1로 실험한 결과이다. 표1에서 보듯 원영상에 대해 제안한 알고리즘의 검색효율이 0.5로 Jain의 알고리즘 검색효율 0.436보다 조금 향상되었다.

이동된 영상에 대해서는 제안한 알고리즘의 검색효율이

0.01정도 나은 결과를 보였고, 회전된 영상에 대한 검색 효율은 두 방법 모두 0.509로 같았다. Jain의 알고리즘과 제안한 알고리즘 모두 질의 영상을 1위로 찾았으나 2위 이하의 순위에는 차이를 보였다. 그림1은 같은 질의 영상에 대해 Jain의 알고리즘과 제안한 알고리즘이 서로 다른 영상을 2위로 검색한 경우를 보이고 있다.

참고문헌

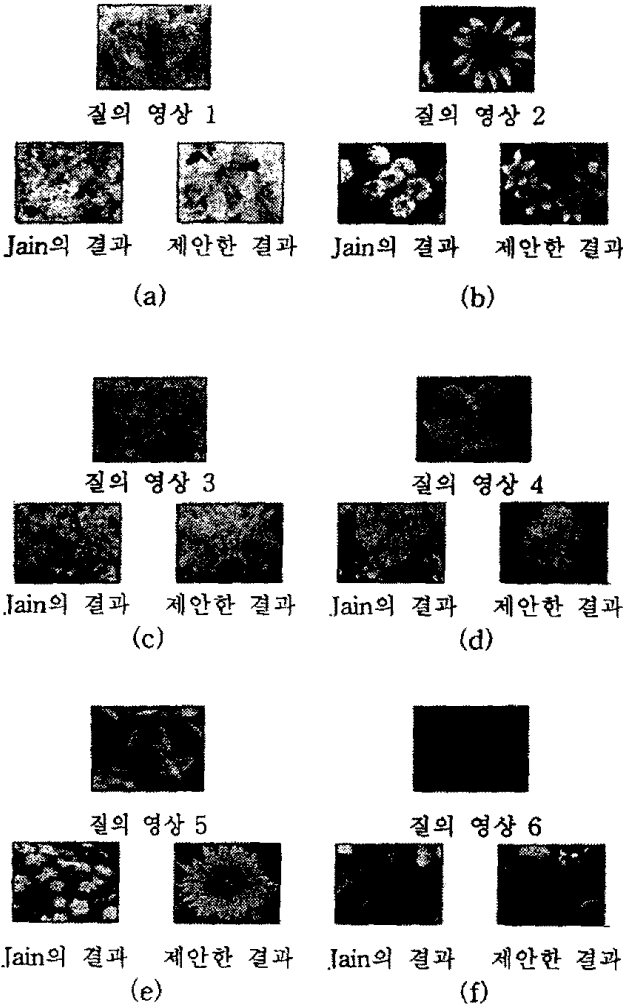


그림 1. 결과 영상 비교

IV. 결론

본 논문에서는 컬러와 블록분류를 이용한 새로운 컬러 영상 검색 방법에 대해 제안하였다. 제안한 알고리즘은 영상의 컬러 히스토그램을 추출하여 히스토그램 인터섹션으로 컬러 유사도를 구하고 블록분류를 통해 얻은 윤곽선 정보 등을 비교하여 블록의 유사도를 구한 후 컬러 유사도와 블록 유사도를 모두 고려한 최종 유사도를 결정하는 검색 방법이다. 71개의 꽃 영상에 대해 실험한 결과Jain의 알고리즘보다 검색 효율이 높았고, 이동 영상과 회전 영상에 대해서도 비교적 강한 특성을 보였다.

[1] Tat-Seung Chua, Swee-Kiew Lim, Hung-Keng Pung, "Content-based Retrieval of Segmented Images", ACM Multimedia'94, pp211-218, 1994

[2] Robert S. Gray, "Content-based Image Retrieval: Color and Edges", Dartmouth PCS-TR95-252, 1995

[3] Michael J. Swain, Dana H. Ballard, "Color Indexing", Intl. J. Computer Vision, Vol.7, No.1, pp11-32, 1991

[4] 박인규, 윤일동, 이상욱, "그래프 표현을 이용한 컬러 영상 데이터베이스 검색기법", 방송공학회논문지, Vol.1, No.1, pp74-83, March 1996

[5] Shin-Fu Chang, John R. Smith, "Extracting Multi-dimensional Signal Features for Content-based Visual Query", SPIE Sym. on Visual Communications and Signal Processing, May 1995

[6] 정원일, 박정찬, 최기호, "칼라 특징을 이용한 내용기반 화상검색시스템의 설계 및 구현", 전자공학회논문지, pp111-118, June 1996

[7] 정원일, 최현섭, 최기호, "내용기반 화상 검색시스템의 설계 및 구현", 전자공학회 논문지, pp60-69, July 1996

[8] 류명분, 우석훈, 원치선, "블록 단위 영상 분류를 이용한 영상 검색", 제9회 신호처리 합동학술대회 논문집, pp1011-1014, Oct. 1996

[9] M. P. Dubisson, A. K. Jain, "Fusing Color and Edge Information for Object Matching", Proc. 1st IEEE Intl. Conf. Image Process. Nov. 1994

[10] Anil K. Jain, Aditya Vailaya, "Image Retrieval using Color and Shape", Pattern Recognition, Vol.29, No.8, pp1233-1244, 1996

[11] Chee Sun Won, "Variable Block Size Segmentation for Image Compression using Stochastic Models", Proc. ICIP-96, pp975-978, Sep. 1996

[12] Mohan S. Kankanhalli et al, "Cluster-based Color Matching for Image Retrieval", Pattern Recognition, Vol.29, No.4, pp701-708, 1996