

가변 영역 색상을 이용한 내용기반 영상검색

김동우¹, 송영준², 권동진¹, 안재형^{2*}

Content-based Image Retrieval using Variable Region Color

Dong-Woo Kim¹, Young-Jun Song², Dong-Jin Kwon¹, and Jae-Hyeong Ahn^{1*}

요약 본 논문은 가변 영역을 이용한 내용기반 영상 검색 방법을 제안한다. 내용기반 검색에서 색상을 이용하는 경우 대부분 컬러 히스토그램을 사용한다. 그러나 기존 컬러 히스토그램 검색 방법들은 양자화 오류 등의 이유로 정확성이 떨어지고, 공간정보가 부족한 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 제안 방법은 색상 정보를 HSV 공간으로 변환하여 순수 색상 정보인 hue 성분만을 양자화하여 히스토그램을 구한다. 한편 공간정보가 부족한 문제점을 해결하기 위해 색상 특징과 영역간의 상관관계를 고려하여 객체 영역을 선정한다. 선정된 객체 영역에서는 영역 크기를 유지한다. 그러나 비객체 영역은 한 개의 영역으로 통합된다. 가변적인 영역이 선정된 후 색상 특징을 이용해 검색한다. 실험 결과 제안방법이 정확율(precision) 평균으로 10% 향상되었다.

Abstract In this paper, we proposed a method of content-based image retrieval using variable region. Content-based image retrieval uses color histogram for the most part. But the existing color histogram methods have a disadvantage that it reduces accuracy because of quantization error and absence of spatial information. In order to overcome this, we convert color information to HSV space, quantize hue factor being pure color information, and calculate histogram of the factor. On the other hand, to solve the problem of the absence of spatial information, we select object region in consideration of color feature and region correlation. It maintains the size of region in the selected object region. But non-object region is integrated in one region. After of selection variable region, we retrieve using color feature. As the result of experimentation, the proposed method improves 10% in average of precision.

Key Words : CBIR, Feature extraction, Color histogram

1. 서론

우리가 접하는 멀티미디어 정보 중 영상과 같이 다양한 형태의 데이터들은 그것과 연관된 텍스트나 키워드를 사용하는 기존 검색 방법[1,2]으로 영상을 제대로 검색하기 힘들다. 기존의 검색 방법은 영상에 입력된 초기 텍스트 정보에 전적으로 의존한다. 때문에 질의영상이 초기에 묘사 되지 않은 정보를 가지고 있을 때 검색은 대부분 실패한다. 따라서 영상을 효율적으로 검색할 수 있는 방법이 필요하게 되었다.

이러한 요구는 영상자체에서 특징을 자동으로 추출하고 검색하여, 객관적이며 자동화된 영상검색이 가능한 내용기반 영상검색(CBIR: Content Based Image Retrieval)[3,4]으로 해결되었다. 내용기반 영상검색은 일반적으로 영상의 색상, 질감, 모양의 세 가지 특징을 주로 사용한다. 색상 정보는 영상의 정보 중 가장 큰 부분을 차지하며 널리 사용되는 특징이다. 질감 정보는 색상이나 명암도의 존재만으로 산출되지 않는 유사 성질을 가지는 시각적 패턴이다. 모양 정보는 표현하는 방법의 어려움으로 인해 색상이나 질감보다는 이용이 제한되어 한정된 시스템에서 사용된다.

본 논문은 내용기반 영상검색의 특징 중 가장 널리 사용되는 색상을 이용한 검색방법을 사용한다. 색상을 이용한 검색은 대부분 컬러 히스토그램을 이용한다. 그러나

¹충북대학교 정보통신공학과

²충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

*교신저자 : 안재형(jhahn@chungbuk.ac.kr)

기존의 컬러 히스토그램 검색 방법들은 공간정보의 부족이나 양자화 오류 등의 문제점이 있다. 이런 문제점을 해결하기 위해 색상 정보는 HSV로 변환하여 hue 정보를 이용하고, 영역을 설정하여 공간 정보를 활용하는 방법을 제안한다. 또한 영역을 모든 영상에 대하여 동일한 크기로 정하는 것이 아니라 영상의 객체가 있는 영역은 영역의 크기를 줄여 좀더 상세한 정보를 추출한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 컬러 히스토그램 검색 방법에 대하여 기술하고, 3장에서는 제안한 방법에 대하여 기술한다. 4장에서는 실험결과를 살펴보고, 5장에서 결론과 향후 과제에 대하여 논한다.

2. 기존 컬러 히스토그램 방법

색상은 내용기반 영상검색에서 가장 광범위하게 사용되는 특징이다. 색상 특징은 복잡한 배경에서 다른 특징보다 상대적으로 강건하고 영상의 크기와 이동 및 회전에 민감하지 않다. 색상 특징을 이용한 영상 검색 시 먼저 고려되어야 할 사항은 특징 추출 시 어떠한 색상 공간을 사용할 것인가이다. 또한 색상의 많은 정보량을 줄이기 위해 양자화를 통해 색상 정보의 크기를 줄여야 한다.

색상 특징은 다양한 색상 공간에서 추출이 가능하다. 일반적으로 사용되는 RGB 색상 공간은 그림 1과 같다. RGB 색상 공간은 컴퓨터 그래픽 시스템의 설계가 용이하지만, 모든 응용분야에 적합하지는 않다. RGB 색상 공간은 컬러 요소들의 상호 관계가 너무 커 영상의 명암도를 이용하는 영상 처리 시스템에 적당하지 않다.[5]

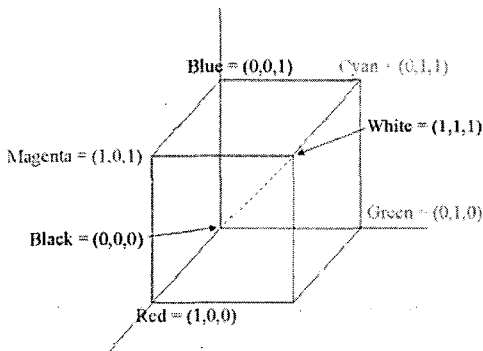


그림 1. RGB 색상 공간

내용기반 영상 검색에서 주로 사용하는 색상 공간은 HSV 색상 공간이다. HSV 색상 공간은 우리가 색을 느끼는 방식으로 색을 표현한다. HSV 색상 공간에서 H(hue)

성분은 색상 스펙트럼을 표현한다. 그림 2는 HSV 컬러 공간을 보여주고 있다. 변환된 hue 성분은 양자화를 수행하여 정보의 크기를 줄인다. 양자화된 영상 내의 각 화소에 대해 동일한 색상을 계수(count)함으로써 컬러 히스토그램을 얻는다.[5]

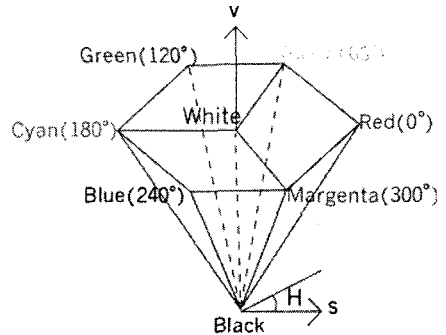


그림 2. HSV 색상 공간

Swain[6] 등이 제안한 히스토그램 인터섹션은 사용자가 제시한 질의 영상의 컬러 히스토그램과 영상 데이터베이스 내에 있는 모든 영상에 대한 각각의 컬러 히스토그램들을 비교해 유사한 영상을 검색하는 방법으로 계산이 간단하다는 장점이 있다. 그러나 이 방법은 조명의 변화와 영상의 물체 크기에 민감하다는 단점이 있다. 또한 영상의 공간정보를 이용하지 않는다는 최대 단점이 있다. 식 (1)은 히스토그램 인터섹션을 정의한 식이다.

$$H(I, M) = \sum_{j=1}^n \min(I_j, M_j) \quad (1)$$

Pass[7] 등은 컬러 히스토그램 방법이 공간정보가 부족한 것을 해결하기 위해 CCV(Color Coherence Vector)를 제안하였다. CCV는 지역적 특성을 고려하여, 같은 색상 분포를 가지는 다른 영상을 구별하는 것이 가능하다. 그러나 계산량이 많아 시간이 많이 소모되는 단점이 있다.

Stricker[8] 등은 히스토그램 인터섹션 기법에 공간 매칭을 결합한 방법을 제안하였다. 그러나 이 방법은 조명이 변화하는 경우 성능이 저하되는 단점이 있다. 이 문제를 해결하기 위해 Funt[9] 등은 색상 비율의 히스토그램을 비교함으로써 검색을 수행하는 불변 색상 인덱싱을 제안하였다. 그러나 이 방법은 일정한 조명에서는 Swain의 방법보다 성능이 떨어지는 단점이 있다.

Song[10] 등은 컬러 양자화를 수행함으로써 발생하는 양자화 에러를 줄이기 위해 R, G, B 성분을 특징벡터로 활용하는 방법을 제안했다. 이 방법은 구현이 간단하지만

공간정보가 부족하여 검색율이 떨어지는 단점이 있다.

류은주[11] 등은 영상에 있어 객체가 주로 중앙에 위치한다는 것을 바탕으로 중앙 영역 색상 특징을 이용한 내용기반 검색 방법을 제안하였다. 이 방법은 객체가 중앙에 있는 경우 뛰어난 검색율을 보이지만, 그렇지 않는 경우에는 오류가 발생하는 단점이 있다.

3. 가변 영역을 이용한 검색 방법

3.1 전처리와 객체 영역 선정

제안 방법은 입력영상을 전처리 단계로 256×256 크기의 영상으로 표준화한다. 표준화된 영상을 순수 색상 정보인 hue를 얻기 위해 변환하여 HSV 색상 공간으로 만든다. 변환된 HSV 색상 공간 영상에서 색상 정보를 담당하는 hue 성분만을 가지고 양자화를 한다. hue는 0-359 까지의 값을 가지게 되며 계산량을 줄이기 위해 M개 레벨로 양자화한다. 본 논문에서는 12개의 부류로 양자화하였다. 양자화한 레벨명 H_i 는 영역 내의 대표값이라고 할 수 있는 평균값으로 설정된다. 즉 12개의 부류로 양자화 시 대표값 H_i 은 15, 45, 75, ..., 345가 된다.

변환된 영상은 그림 3과 같이 5개 고정 영역으로 분할한다. 객체는 주로 중앙에 있으므로[11], 중앙 영역에서 가장 높은 비율을 보인 색상을 영상의 객체 색상으로 정한다. 그림 3의 경우 빨간색이 객체 색상으로 선택된다. 객체 색상이 정해지면 그림 4와 같이 16개로 다시 분할한 영역에서 객체 색상의 빈도가 높은 6개의 영역을 객체 영역(실선 영역)으로 선정한다. 객체 영역으로 선정된 영역은 각각 하나의 객체 영역으로 남고, 나머지 영역은 배경으로 간주하여 한 개의 비객체 영역으로 통합된다.

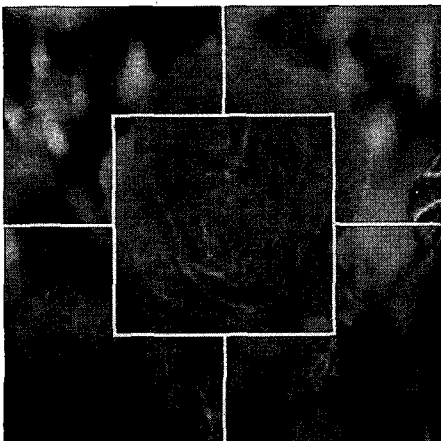


그림 3. 중앙 영역 설정

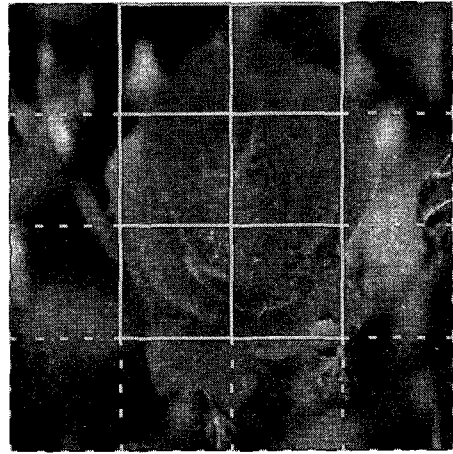


그림 4. 꽃 영상 가변 영역 분할

3.2 특징 추출과 비교

객체 영역 6개와 비객체 영역 1개가 선정이 되었으면 각 영역별로 양자화된 hue를 가지고 컬러 히스토그램을 다시 구한다. 추출한 색상 특징은 RCFV(Region Color Feature Vector)라하고 각 영역별 7개의 영역 번호를 R_k , 양자화한 레벨명 H_i , 해당 hue 값을 갖는 색상의 비율 값을 P_i 라 할 때 식(2)와 같이 표현된다.

$$RCFV = [R_k, H_i, P_i] \quad (2)$$

여기서 $k = 1, 2, \dots, 7$ 이고, $i = 1, 2, \dots, M$ 이다. 이때 M은 양자화 색상 총 수를 나타낸다. 즉, 영상을 객체영역 6개와 비객체영역 1개로 나누고, 각 영역별로 양자화된 대표 색상으로 hue 히스토그램을 구하여 특징 벡터로 저장한 것이 RCFV이다.

한편 내용기반 검색에서 유사도 비교는 일반적으로 유클리디안 거리 비교를 사용한다. 그러나 유클리디안 거리 비교는 유사한 영상이 조명의 변화 같은 요인에 의해 검색율이 낮아질 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 RCFV 비교는 식 (3)으로 표현되는 퍼지 컬러 거리 함수 [9]를 사용하였다.

$$D^f(I_i, I_j) = \sum_{i=1}^B P_i^2 + \sum_{j=1}^B P_j^2 - \sum_{i=1}^B \sum_{j=1}^B 2\mu(I_i, I_j) P_i P_j \quad (3)$$

제안한 방법의 전체적인 구성은 그림 5와 같다.

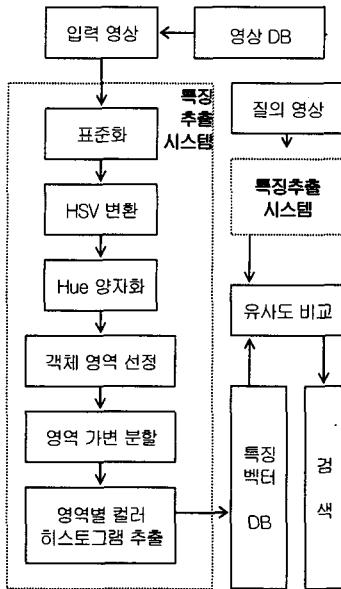


그림 5. 제안 방법 전체 구성도

다. 제안한 방법의 검색 성능을 평가하기 위해 Song[10] 등이 제안한 컬러 히스토그램 방법과 제안한 방법을 비교하였다.

그림 6은 꽃 영상을 질의해서 검색된 결과를 유사도가 가장 높은 1번부터 차례로 10번까지 나열한 결과 화면이다. 질의 영상은 검색결과 1순위에 있는 빨간색 꽃이다. 실험 결과 Song이 제안한 방법은 3, 8, 9번째 나온 결과 영상이 양자화 오차에 의해 빨간색 꽃이 아니었다. 또한 10번째 영상에서 공간 정보 부족으로 잘못된 빨간색 버스를 검색하였다. 그러나 제안한 방법은 모두 질의한 영상과 유사한 영상인 빨간 꽃을 검색하였다. 따라서 제안된 방법이 기존 방법들보다 원 영상과 시각적으로 더 유사한 영상을 검색함을 알 수 있었다.

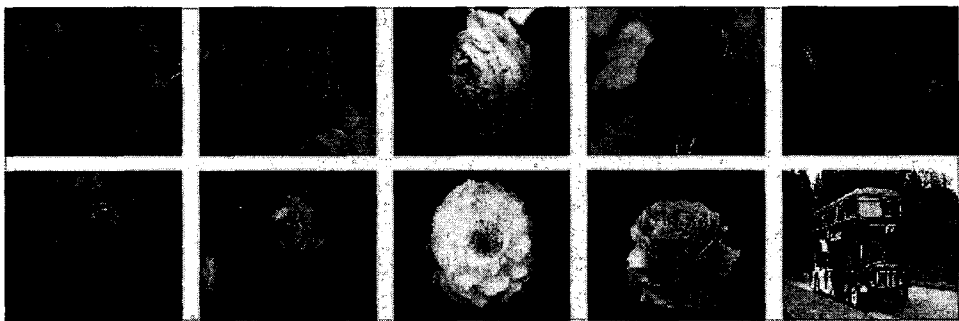
객관적인 평가를 위하여 내용기반 영상 기법에서 주로 사용하는 precision과 recall을 이용하였다. 본 논문에서는 꽃, 버스 영상에서 무작위로 10개의 영상을 질의하여, precision과 recall의 평균을 구하였다. 식(4)는 precision을 구하는 식이고, 식(5)는 recall을 구하는 식이다.

4. 실험 결과

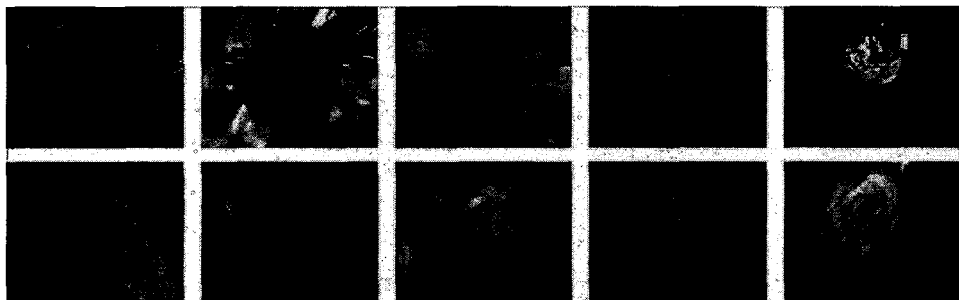
1,000장의 자연 영상[12]인 꽃, 버스, 말 그리고 아프리카 영상 등을 사용하여 제안한 검색 방법을 실험하였

$$Precision = \frac{R_r}{T_r} \quad (4)$$

$$Recall = \frac{R_r}{T} \quad (5)$$



(a) Song 방법



(b) 제안 방법

그림 6. 꽃 영상 검색 결과 방법

여기서 T 는 주어진 질의와 관련된 항목 수, T_r 은 검색된 항목의 총 수, R_r 은 검색된 항목 중 질의와 유사한 항목 수를 나타낸다.

표 1은 각 검색 방법에 대한 비교 결과이다. 각각의 precision과 recall을 구한 결과 기존의 검색 방법보다 제안방법이 우수함을 알 수 있다.

표 1. 검색 결과 ($T=100$, $T_r=40$ 인 경우)

영상	방법	Song 방법			제안 방법		
		Rr	precision	recall	Rr	precision	recall
꽃		31	0.78	0.31	36	0.9	0.36
버스		28	0.7	0.28	32	0.8	0.32

5. 결론

일반적으로 색상을 이용한 내용기반 검색에서 많이 사용하는 컬러 히스토그램 방법은 양자화 오류나 공간정보 부족으로 인하여 검색율이 떨어지는 단점이 있다. 이를 hue정보를 이용하여 양자화 오류를 줄이고, 가변 영역을 적용하여 공간정보가 부족한 점을 해결하였다.

본 논문에서는 기존의 컬러 히스토그램 방법들의 단점을 극복하고자 가변영역을 이용한 영상 검색 방법을 제안하였다. 1단계로 영상을 5개 영역으로 나누어 중앙영역에서 객체 색상을 정하였다. 2단계로 영상을 다시 16개의 영역으로 나누어 객체 색상의 빈도가 높은 6개의 영역을 객체 영역으로 지정하였다. 3단계로 객체 영역은 각각 6개의 영역으로 설정되고, 나머지 10개의 영역은 비객체 영역으로 1개의 영역으로 통합되었다. 이렇게 얻은 가변적인 7개의 영역에서 컬러 히스토그램을 구해 RCFV를 구성하였다. RCFV 유사도는 퍼지 컬러 거리 함수를 이용하여 측정하였다.

1,000개 영상을 가지고 실험한 결과 기존의 방법보다 제안 방법의 검색율 10%정도 우수하였다. 향후 연구과제는 객체 영역을 선정하는 부분에 있어서 복잡한 영상에 적용 가능한 기법을 추가하는 것이다.

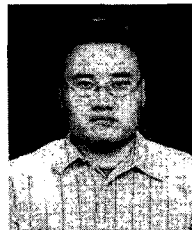
참고문헌

[1] N. S. Chang and K. S. Fu, A relational database system for images, Technical Report TR-EE 79-28, Purdue Univ., 1979.
 [2] S. K. Chang, "Pictorial data-base systems," IEEE

Trans. on Computer, Vol.14, No.11, pp.13-21, 1981.
 [3] J. K. Wu, "Content-based indexing of multimedia databases," IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering, Vol.9, No.6, pp.978-989, 1997.
 [4] J. Eakins and M. Graham, Content-based image retrieval, JSIC Technology Application Report, 1999.
 [5] 고성제, 김재원, 디지털 영상처리, 대영사, 2002.
 [6] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color indexing," International Journal of Computer Vision, Vol.7, No.1, pp.11-32, 1991.
 [7] G. Pass, R. Zabih, and J. Miler, "Comparing images using color coherence vectors," ACM Conference on Multimedia, Massachusetts, pp.65-73, 1996.
 [8] M. Stricker and A. Dimai, "Color indexing with weak spatial constraints," in Proceedings SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases, Vol.2670, pp.29-40, 1996.
 [9] B. V. Funt and G. D. Finlayson, "Color constant color indexing," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.17, No.5, pp.522-529, 1995.
 [10] Y. J. Song, W. B. Park, D. W. Kim, and J. H. Ahn, "Content-based Image Retrieval using new color histogram," ISPAC 2004, pp.609-611, 2004.
 [11] 류은주, 송영준, 박원배, 안재형, "중앙 영역의 컬러 특징과 최적화된 빈 수를 이용한 내용기반 영상 검색," 한국정보처리학회 논문지B, 제11-B권, 제5호, pp.581-586, 2004.
 [12] J. Z. Wang, J. Li, and G. Wiederhold, "SIMPLiCity:Semantics-Sensitive Integrated Matching for Picture Libraries," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.23, No.9, pp.947-963, 2001.

김 동 우(Dong-Woo Kim)

[준회원]



- 1997년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 2002년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학석사)

<관심분야>

내용기반 영상검색, 멀티미디어 정보처리

송 영 준(Young-Jun Song)

[정회원]



- 1994년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 1996년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학석사)
- 2004년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학박사)
- 2005년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 박사후 연구원

<관심분야>

얼굴 인식, 컴퓨터 비전, 영상 처리

안 재 형(Jae-Hyeong Ahn)

[정회원]



- 1981년 2월 : 충북대학교 전기공학과 (공학사)
- 1983년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학석사)
- 1990년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학박사)
- 1987년 2월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

영상통신 및 데이터 감축, 멀티미디어 정보처리, 웨디자인 및 인터넷 방송

권 동 진(Dong-Jin Kwon)

[정회원]



- 2001년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 2003년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학석사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야>

패턴 인식, 영상신호처리, mpeg4