
칼라 히스토그램 정제를 이용한 특징벡터 기반 영상 검색 알고리즘

Image retrieval algorithm based on feature vector using color of histogram refinement

강지영, Ji-Young Kang, 박종안, Jong-An Park, 백정욱, Jung-Uk Beak

요약

내용기반 영상검색(CBIR)에서 보다 효율적이고 빠른 영상검색을 위하여 본 논문에서는 칼라 히스토그램 정제를 이용한 특징벡터 기반 영상검색 알고리즘을 제안한다. RGB 칼라 이미지에서 각각의 R, G, B를 분할하고 히스토그램을 추출하여 16개의 영역(bin)으로 균일하게 분할한 다음 R, G, B 각각의 히스토그램에서 영역의 픽셀값을 계산하여 비교, 분석하고 그중 최고값을 추출한다. 그리고 R, G, B 각각의 영역의 최고값들을 이용하여 칼라 정보를 인덱스화한 후 그 특징값을 이용한 영상 검색 기술을 수행한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 효과적인 특징 추출을 위하여 각각의 R,G,B에서 추출된 특징값을 특징벡터 테이블로 구성하여 입력 영상과 데이터베이스 영상을 비교하고 매칭도와 순위를 구하여 기존의 히스토그램만을 이용한 알고리즘 보다 더 나은 검색 결과를 확인하였다.

Abstract This paper presents an image retrieval algorithm based on feature vector using color of histogram refinement for a faster and more efficient search in the process of content based image retrieval. First, we segment each of R, G, and B images from RGB color image and extract their respective histograms. Secondly, these histograms of individual R, G and B are divided into sixteen of bins each. Finally, we extract the maximum pixel values in each bins' histogram, which are calculated, compared and analyzed. Now, we can perform image retrieval technique using these maximum pixel value. Hence, the proposed algorithm of this paper effectively extracts features by comparing input and database images, making features from R, G and B into a feature vector table, and prove a better searching performance than the current algorithm that uses histogram matching and ranks, only.

핵심어: *color histogram, bin, feature vector, image retrieval algorithm, histogram refinement*

강지영 : 조선대학교 정보통신공학과 (akasa1052@paran.com)

박종안 : 조선대학교 정보통신공학과 (japaga@chosun.ac.kr)

1. 서론

최근 멀티미디어 기술의 빠른 발전과 광범위한 인터넷의 보급으로 현대 사회에서 멀티미디어 정보가 매우 중요시 되고 있다. 또한 다양하고 방대한 영상 정보들을 효율적이고 빠르게 검색하기 위하여 시스템 개발 연구에 많은 시간과 노력을 투자함과 동시에 많은 발전을 거듭해 왔다. 초기에 영상 검색의 기본 형태는 주로 키워드를 사용한 텍스트기반 영상 검색이었다. 그러나 이 방법은 제한된 범위 내에서는 효율적이지만 대용량의 데이터베이스를 검색해야하는 경우는 색인 작업에 많은 시간과 인력이 필요하고 주석 개발의 어려움과 키워드 할당의 일관성 결여 등의 문제점을 가지고 있다. 따라서 방대한 영상 정보를 검색하기 위한 효과적인 검색 기술 개발이 필요하다. 그와 관련한 영상 검색 방법 중 내용기반 영상 검색(CBIR)은 사용자의 관심 분야에 따른 대규모의 영상 데이터베이스들로부터 영상들을 검색하기 위한 효율적인 검색 방법으로 발전되고 있다. 또한 내용기반 영상 검색은 칼라, 텍스트, 형태, 질감, 특징 (color, text, shape, texture, feature)과 시각 특징을 포함하기 때문에 그에 따른 영상에서의 특징 추출은 영상검색 시스템에서 중요한 역할을 한다. 제안한 알고리즘에서는 영상 검색에서 가장 널리 사용되는 시각의 특징 중의 하나인 칼라의 특징을 고려하였고 본 논문에서 제안하는 칼라 히스토그램 정제를 이용한 특징벡터 기반 영상 검색 알고리즘은 빠르고 정확한 영상검색 시스템에 커다란 영향을 미치고, 빠른 속도로 발전하고 있는 인터넷 기술과 대용량화 되어가는 현재에 적합한 최종적인 시스템의 영상 검색 성능을 결정하는데 중요한 요소가 될 것이다.[1-2]

2. 시각 특징 정보

2.1 칼라 형태

칼라는 영상검색에 있어 아주 중요한 특징자이며 내용기반 영상검색 (CBIR) 시스템에서 널리 사용 된다. 일반적으로 널리 사용되는 RGB를 포함하여 칼라 형태는 CMY /CMYK, HSV(or HSI, HSB)등 여러 가지가 있다. 이와 같이 다른 칼라 형태들도 RGB를 기반으로 하고 있으며 RGB가 R, G, B의 세 가지 값으로 구성된 것처럼 다른 칼라 형태들은 R, G, B가 아닌 다른 3가지 값으로 구성 된다. 예를 들어 HSV는 색상(Hue), 채도(Saturation), 명암(Intensity)으로 구성이 된다.[3]

2.2 칼라 히스토그램

시각요소 중에서 칼라의 특징은 영상검색을 위해 가장 폭 넓게 사용되고 있다. 칼라 영상의 3차원 값은 그레이 영상의 1차원 값보다 잠재적으로 더 많은 특징자를 만들 수 있다.

이들 칼라 특징자의 RGB 칼라 공간은 영상검색을 위한 칼라 공간으로 널리 사용된다. 칼라 히스토그램은 일반적으로 많은 영상검색 시스템에 의해 영상의 특징으로 사용된다. 영상 I 가 m 칼라 C_1, \dots, C_m 로 양자화 된 $N \times M$ 영상이고 픽셀은 $p = (x, y) \in I$ 과 같고, $I(p)$ 는 $I_c \equiv \{p | I(p) = c\}$ 나타낸다. 칼라 히스토그램 h 의 영상 I 는 칼라로 양자화 된 히스토그램이고 식(1)로 정의된다.

$$h_{c_i}(I) \equiv N \cdot M \cdot \Pr_{p \in I} \left[p \in I_{c_i} \right] \quad (1)$$

칼라 히스토그램은 관점 축과 크기, 폐색과 보는 각도의 완만한 변화와 회전에 강인하기 때문에 칼라 영상 검색시스템의 효과적인 방법이 될 수 있다.

3.제안한 알고리즘

본 논문에서는 칼라 히스토그램 정제를 이용한 특징 벡터 기반 영상검색 알고리즘을 제안하였다. 그림 1은 제안한 알고리즘의 순서도 이다.

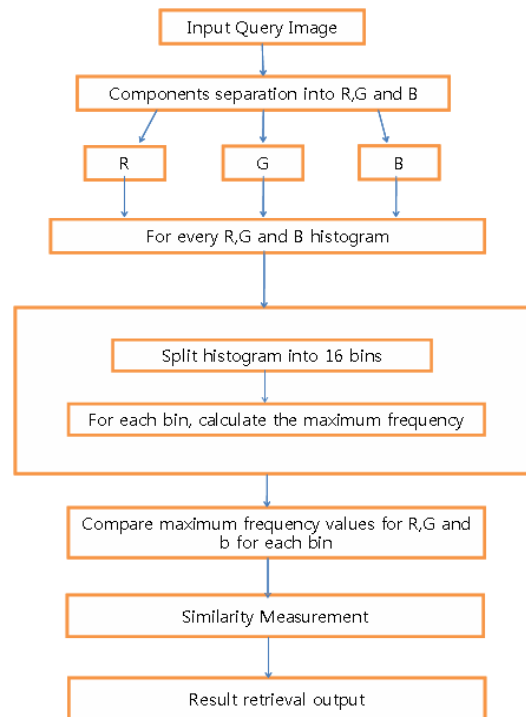


그림 1. 제안한 알고리즘 순서도

제안한 알고리즘은 영상검색에서 가장 널리 사용되는 시각의 특징 중 하나인 칼라 RGB를 사용하였다. 먼저 RGB의 특징정보를 고려하여 RGB 칼라 이미지에서 각각의 R, G, B 이미지로 분할한 다음 각각의 히스토그램을 추출한다.

그림 2는 원 이미지로 부터 분할된 각각의 R, G, B 이미지와 히스토그램이다.

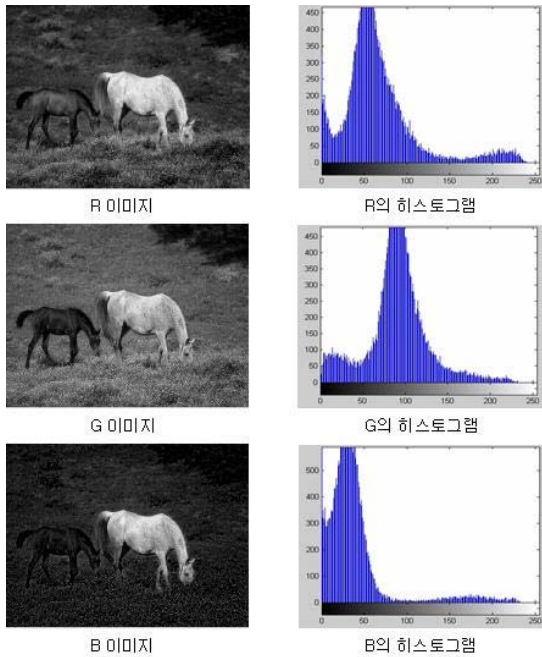


그림 2. 각각의 R, G, B 이미지와 히스토그램

이와 같이 각각의 R, G, B를 분할하고 히스토그램을 추출하여 16개의 영역으로 균일하게 분할한다. 이렇게 분할된 각각의 영역에서 픽셀값을 계산하여 비교, 분석하고 그 중 최고값을 추출한다.

표 1은 R, G, B 각각의 히스토그램 영역의 픽셀 최고값을 나타낸 표이다.

	bin ₁	bin ₂	bin ₃	bin ₄	bin ₅	bin ₆	bin ₇	bin ₈
R _{max}	205	156	482	529	382	236	128	60
G _{max}	109	92	77	141	398	604	503	253
B _{max}	399	696	673	308	60	17	13	12

(R, G, B 각각의 bin_{1~8}의 픽셀의 최고값)

	bin ₉	bin ₁₀	bin ₁₁	bin ₁₂	bin ₁₃	bin ₁₄	bin ₁₅	bin ₁₆
R _{max}	31	20	18	25	41	43	43	1
G _{max}	112	51	41	33	24	22	11	0
B _{max}	19	24	32	30	24	20	17	0

(R, G, B 각각의 bin_{9~16}의 픽셀의 최고값)

표 1. R, G, B 각각의 bin_{1~16}의 픽셀 최고값

(R>G>B) (R>B>G) (G>R>B) (G<B<R) (B>R>G) (B>G>R)
[RGB, RBG, GRB, GBR, BRG, BGR]

그림 3. RGB 크기순 구성 테이블

그림 3은 R, G, B 이미지의 각각의 픽셀에서 그 값들을

R, G, B 크기순으로 구성된 테이블이다. 예를 들어 어떤 이미지의 한 픽셀값이 R=205, G=109, B=399 라면 이 픽셀은 BRG로 나타낼 수 있다. 표 1의 각 영역의 R, G, B 픽셀 최고값을 그림 3의 R G B 구성 테이블에 적용하여 칼라 정보를 인덱스화 한다. 이렇게 인덱스화 된 칼라 정보는 그림 4와 같이 16개의 영역에 대하여 각각의 특징벡터 테이블로 나타낼 수 있다.[3-5]

	R ₁ G ₁ B ₁	R ₂ G ₂ B ₂	R ₃ G ₃ B ₃	R ₄ G ₄ B ₄	R ₅ G ₅ B ₅	R ₆ G ₆ B ₆	R ₇ G ₇ B ₇	R ₈ G ₈ B ₈
Feature vector	BRG	BRG	BRG	RBG	GRB	GRB	GRB	GRB

(R₁G₁B₁ ~ R₈G₈B₈의 특징벡터)

	R ₉ G ₉ B ₉	R ₁₀ G ₁₀ B ₁₀	R ₁₁ G ₁₁ B ₁₁	R ₁₂ G ₁₂ B ₁₂	R ₁₃ G ₁₃ B ₁₃	R ₁₄ G ₁₄ B ₁₄	R ₁₅ G ₁₅ B ₁₅	R ₁₆ G ₁₆ B ₁₆
Feature vector	GRB	GBR	GBR	GBR	RGB	RGB	RBG	RGB

(R₉G₉B₉ ~ R₁₆G₁₆B₁₆의 특징벡터)

그림 4. 특징벡터 테이블

이렇게 추출된 특징값 정보는 데이터베이스에 저장된 비교 이미지들의 특징값과 비교하여 유사도를 측정한다 후 유사 이미지들을 출력한다.

4. 시뮬레이션

본 논문에서는 정확한 실험을 위하여 데이터베이스에 구축된 2000개의 다양한 칼라 영상을 사용하였다. 우선 제안된 알고리즘의 적합도를 비교하기 위하여 그레이스케일 히스토그램 정제 기법을 이용한 알고리즘을 수행해 본 결과 그림 5와 같은 영상검색 결과를 얻었다. 적합도 순으로 질의 이미지와 유사한 영상들이 검색 되었지만 전혀 다른 그림들도 검색되었음을 확인할 수 있다.

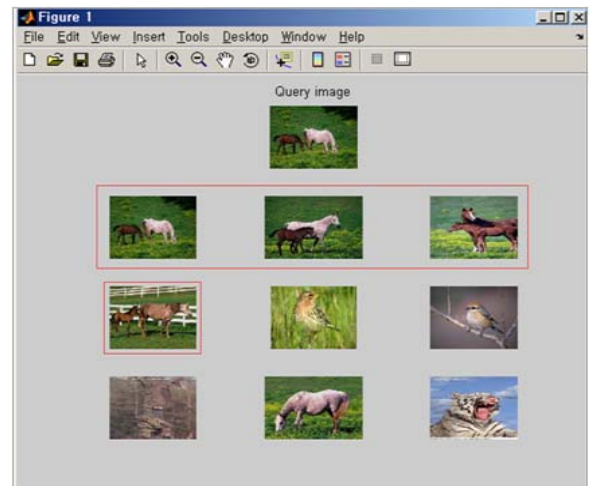


그림 5. 그레이스케일 히스토그램 정제 기법 알고리즘에 의한 영상검색 결과

하지만 본 논문에서 제안한 알고리즘을 수행한 결과 그림 5와 비교하여 질의 이미지의 적합도가 보다 우수함을 실험을 통하여 확인할 수 있다.

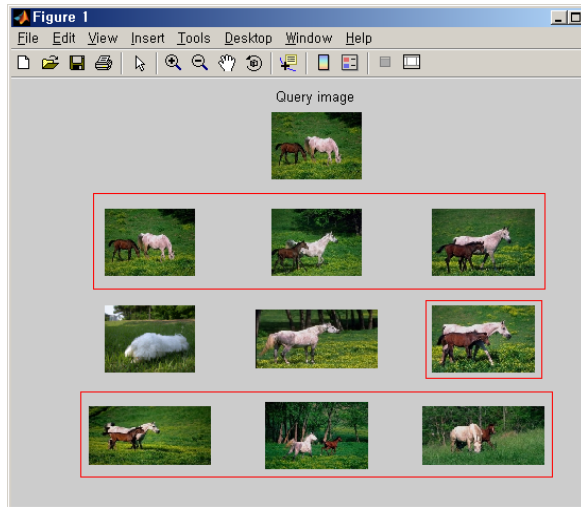


그림 6. 제안된 알고리즘에 의한 영상검색 결과

또한 두 알고리즘의 적합도를 보다 정확하게 비교하기 위하여 내용기반 영상검색에서 많이 사용되고 있는 Recall과 Precision을 성능평가 척도로 이용하였다.

Recall은 영상 데이터베이스에서 질의와 관련된 영상 중 검색된 영상의 비율이고, Precision은 검색된 영상 중에서 질의와 관련된 영상의 비율을 나타낸다. Recall과 Precision은 아래의 식 (2), (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Recall = \frac{Rr}{T} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{Rr}{Tr} \quad (3)$$

여기서 T는 검색대상 데이터베이스에서 질의와 관련된 항목의 총 수를 나타내고, Rr은 검색된 항목의 총수를 나타낸다. Recall이 크다는 것은 매칭도가 높다는 것을 뜻하며, 반대로 Precision이 높다는 것은 잘못 검출된 영상이 많지 않다는 것을 뜻한다. 표2는 그레이스케일 히스토그램 정제 기법을 이용한 알고리즘과 본 논문에서 제안한 알고리즘의 적합성을 측정된 결과이다.

Method	Recall	Precision
Histogram method	0.44	0.16
Proposed method	0.73	0.29

표 2. 영상검색의 성능측정

표 2를 보면 본 논문에서 제안한 알고리즘의 적합도와 검색 성능이 Recall은 0.29, Precision은 0.13으로 그레이스케일 히스토그램 정제 기법을 이용한 알고리즘에 비해 더 정

확한 적합도를 보이는 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 기존의 히스토그램만을 이용한 영상 검색 방법에서 나타나는 검색 오류를 개선하고자 칼라 히스토그램 정제를 이용한 특징 벡터 기반 영상검색 방법을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 RGB 칼라 이미지에서 각각의 R, G, B를 분할하고 히스토그램을 추출한다. 그런 다음 추출된 각각의 히스토그램을 16개의 영역으로 균일하게 분할하고 각 영역의 픽셀값을 계산하여 분석한 후 특징벡터를 추출한다. 그리고 그렇게 추출된 R, G, B 각각의 특징벡터를 R, G, B, 구성 테이블에 적용하여 칼라 정보를 인덱스화 한 후 그 특징값을 이용한 영상 검색 기술을 수행한다. 실험을 통하여 성능 측정을 한 결과 그레이스케일 히스토그램 정제 기법을 이용한 알고리즘 보다 제안한 알고리즘이 Recall은 0.29, Precision은 0.13 더 커진 것으로 보아 정확한 검색 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다.

제안한 알고리즘은 급속도로 발전하고 있는 멀티미디어 데이터의 다양한 정보를 추출함으로써 최적의 데이터베이스를 구성하고 검색할 수 있는 시스템으로 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Yong Rui and Thomas S. Huang, "Image retrieval: Current technologies, promising directions, and open issues," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 10, pp. 39-62, 1999.
- [2] Gwang-Won Kang, Jong-An Park, "Image Retrieval using Median Filtering and RGB Color Feature information", 제5권, 2호, 한국정보기술학회, pp.36~43
- [3] Young-Eun An, Jong-An Park, "Color correlogram using combined RGB and HSV color space for image retrieval", 제32권, 5호, 한국통신학회논문지, pp.513~519
- [4] Brian V. Funt and Graham D. Finlason, "Color constant color indexing," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 17, No. 5, pp. 522-529, May 1995.
- [5] M. Swain and D. Ballard, "Color indexing," *International Journal of Computer Vision*, 7(1) pp. 11-32, 1991.
- [6] Theo Gevers and Arnold W.M. Smeulders, "PicToSeek: Combining color and shape invariant features for image retrieval," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 9, No. 1, pp. 102-119, January 2001.