

영역의 컬러특징과 적응적 컬러 히스토그램 빈 매칭 방법을 이용한 내용기반 영상검색

Content-Based Image Retrieval using Color Feature of Region and Adaptive Color Histogram Bin Matching Method

박정만*, 유기형*, 장세영*, 한득수**, 곽훈성*

Jung-Man Park, Gi-Hyoung Yoo, Se-Young Jang, Deuk-Su Han, Hoon-Sung Kwak

Abstract - From the 90's, the image information retrieval methods have been on progress. As good examples of the methods, Conventional histogram method and merged-color histogram method were introduced. They could get good result in image retrieval. However, Conventional histogram method has disadvantages if the histogram is shifted as a result of intensity change. Merged-color histogram, also, causes more process so, it needs more time to retrieve images. In this paper, we propose an improved new method using Adaptive Color Histogram Bin Matching(AHB) in image retrieval. The proposed method has been tested and verified through a number of simulations using hundreds of images in a database. The simulation results have quickly yielded the highly accurate candidate images in comparison to other retrieval methods. We show that AHB's can give superior results to color histograms for image retrieval.

Key Words : image retrieval, content-based image retrieval, histogram, histogram bins.

1. 서론

최근 멀티미디어 및 통신 관련기술의 발전과 멀티미디어 데이터의 입력, 저장 장치의 발달로 인해 멀티미디어 데이터를 효율적으로 압축, 저장, 검색할 수 있는 방법의 필요성이 증대 되고 있고, 이에 대한 다양한 방법들이 연구되어지고 있다. 특히, 영상 데이터베이스 내에서 필요한 영상을 검색해 내는 영상검색 기법은 영상정보가 수치나 문자형 자료에 비하여 자료의 양이 방대하고, 질의 형태도 시각적인 인터페이스를 필요로 하기 때문에 대용량의 데이터베이스의 생성과 이에 적합한 검색 기법에 대한 연구가 필요하다.[1]

컬러를 영상의 특징으로 사용한 방법 중 히스토그램이 가장 많이 사용되는데 히스토그램은 영상의 회전이나 이동에 대해 매우 강건한 특징을 가지고 있다. 하지만, 히스토그램은 공간정보를 가지고 있지 않아서 전혀 다른 모양의 영상일지라도 칼라분포가 같은 경우에는 같은 영상으로 인식할 두 있다는 것과 같은 영상일 경우 빛 즉, 명암도의 변화에 따라 히스토그램이 변형되는 단점이 있다.[2]

본 논문에서는 영역의 컬러특징과 적응적 컬러 히스토그램의 빈 매칭 방법을 이용한 새로운 방법을 제안했다. 이 방법은 영상에 대한 히스토그램을 몇 개의 영역들로 나누고, 각 영역별로 비교될 것이다. 히스토그램은 조명에 민감하여 이동되어지며, 이동되어진 영상은 검색이 불가능하게 될 수 있다.

2. 컬러 히스토그램 (Color Histogram)

컬러 히스토그램은 색상 특징을 표현하는 가장 일반적인 방법으로 영상의 전체적인 특징(global feature)을 표현한다. 그리고 영상의 명암 값을 보여주기 위해 사용되는 매우 귀중

한 도구이다. 따라서 영상의 구성 즉, 명암 대비 및 명암 값 분포에 대한 정보를 제공한다. 히스토그램은 단지 화소가 가진 명암 값에 대한 막대그래프이다. 화소가 가질 수 있는 명암 값은 x축 상에 그려지며 각 명암 값이 가진 빈도수는 y축에 그려진다. 어두운 영상은 화소 값 분포가 왼쪽으로 편중된 히스토그램을 가지며 밝은 영상은 화소 값 분포가 오른쪽으로 편중된 히스토그램을 갖는다.[3]

히스토그램은 컬러공간의 특징 때문에 조명 즉 빛에 매우 민감하다. 그렇기 때문에 유사한 컬러들은 완전히 다른 영상으로 보여지게 된다. 따라서 원하지 않았던 결과들을 초래하게 된다. Fig.1의 (b)영상의 밝기가 Fig.1의 (a)영상보다 약간 높다. Fig.2는 두 영상의 히스토그램을 보여주고 있다. 비록 두 영상이 시각적으로 유사하지 않더라도, 두 개의 히스토그램 교차점은 유사한 값을 가진다.

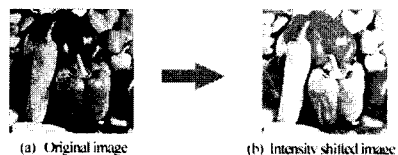


Fig.1. The original image (a) and Intensity shifted image (b)

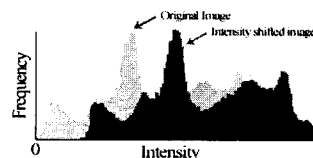


Fig.2. Original histogram and Intensity histograms of images with intensity shift

히스토그램의 모양은 유사해보일지라도 실제적으로 두 영상은 서로 다른 영상으로 매칭 되어진다는 것이다.

3. 제안한 방법

본 논문에서는 3단계로 나누어 제안을 하였다. 첫 번째는 히스토그램의 시작점을 찾는 것이고, 두 번째는 히스토그램의 빈을 나누는 것이다. 마지막으로 히스토그램의 유사성 매칭이다.

3.1 히스토그램 시작점

우리는 히스토그램을 이용해 영상을 비교하는 데 있어, 히스토그램 영역을 생각해 볼 수 있다. 먼저, 히스토그램 영역을 정확하게 나누기 위해서는 맨 처음 히스토그램의 시작점을 찾아야 한다. Fig.3.에서처럼 $h(a)$ 의 시작점은 S_a 이고 Fig.4.에서 $h(b)$ 의 시작점은 S_b 이다. Fig.2.에서 보는 바와 같이, $h(a)$ 에서 $h(b)$ 로 히스토그램이 이동된 것을 볼 수 있고, 히스토그램의 전역은 그렇게 많이 변하지 않는다는 것을 볼 수 있다.

3.2 히스토그램 빈

그리고 쉽게 히스토그램 영역을 나눌 수가 있다. 유사성 매칭의 정확도를 증명하기 위하여, 히스토그램에서의 각 영역들의 너비는 모두 동일해야만 한다. 여기서 우리는 상수 1을 설정하였고, 1의 값을 1 Pixel, 2 Pixel, 3 Pixel, n Pixel로 설정을 할 수가 있다. Fig.3.에서 $h(a)$ 는 시작점 S_a 로부터 한 개의 영역에 대해 20Pixel로 각각 나누었으며, 또한 8개의 히스토그램 영역을 얻게 된다. Fig.4.에서도 마찬가지로 시작점 S_b 로부터 8개의 영역을 얻게 된다. 그래서 두 영상의 히스토그램은 Fig.3.와 Fig.4.에서 보이는 바와 마찬가지로 20 Pixel씩 8개의 영역으로 각각 나누어진다.

$H(M_a)$ 는 식(1)에 의해 정의될 수 있다.

$$H(M_a) = h(n_{a1}) + h(n_{a2}) + h(n_{a3}) + \dots + h(n_{a8}) \quad (1)$$

그리고, $H(M_b)$ 는 식(2)에 의해서 정의 되어진다.

$$H(M_b) = h(n_{b1}) + h(n_{b2}) + h(n_{b3}) + \dots + h(n_{b8}) \quad (2)$$

만약, 히스토그램이 분할된 후에 더 많은 빛에 영향으로 히스토그램이 오른쪽 더욱더 이동되어 졌을 경우에는, 두 영상의 히스토그램은 다른 영역의 수를 가지게 된다. 우리는 단지 최소의 것을 생각할 수 있다. 예를 들면, Fig.5.에서처럼 히스토그램의 영역이 각각 20 Pixel의 너비를 가지며 6개의 영역으로 나누어진다면, 원래 영상과 Fig.5.의 영상을 비교했을 때 본 논문에서는 Fig.5.에서와 같이 단지 8개의 영역이 아닌 6개의 영역만을 가지고 계산을 할 것이다. $h(a)$ 의 나머지 영역과는 비교하지 않는다.

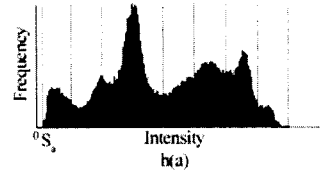


Fig.3. The histogram of original image after dividing into bins

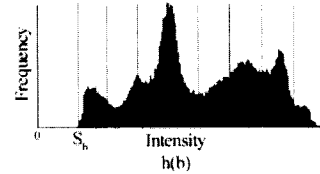


Fig.4. The histogram of different image after dividing into bins

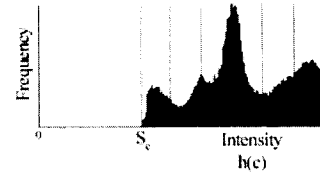


Fig.5. The histogram of different image after dividing into bins

3.3 히스토그램 빈 매칭

우리는 지금 히스토그램 교점에 의한 질의 영상과 데이터 베이스 영상들을 비교했다. 히스토그램 교점은 컬러 영상 검색을 위해 제안되어졌다. 히스토그램에서 $h=H(M)$ 과 $g=H(I)$ 의 교점은 식(3)에 의해 구할 수 있다.

$$d(h, g) = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \min(h[m], g[m])}{\min\left(\sum_{m_0=0}^{M-1} h[m_0], \sum_{m_1=0}^{M-1} g[m_1]\right)} \quad (3)$$

사용자의 질의 영상에 포함되지 않는 컬러들은 교점에 전혀 영향을 미치지 않는다. 이 식은 정확한 거리 간격을 만들기 위한 Swain과 Ballard가 제안한 방법과는 다르다. 교점 식은 h 와 g 에서 대칭이 아니므로 거리 간격이 아니다.[4]

몇몇 경우에서 마찬가지로 h 와 g 의 영역의 수 M 은 동일할 수가 없다. 예를 들어, Fig.2.의 영역의 수는 8개이고, Fig.5.의 영역의 수는 6개로 하자. 이 경우에 우리는 2개의 히스토그램 영역 중 최소 영역을 선택하게 된다. 그리고 Fig.3.와 Fig.5.의 교점을 계산하면, M 의 값은 6이 될 것이다.

4. 실험

실험에 사용된 영상은 384*256 또는 256*384 크기의 24Bit JPEG 컬러영상들을 사용했다.[5] 영상들은 다른 10개의 클래스들로 나누어진다. 영상데이터베이스에는 자연풍경, 동물, 자동차 등이 포함된 영상으로 이루어져 있다. 각각의 클래스들 안에는 100개의 영상들이 있고, 총 1,000개의 영상이 저장되

어 있다. 본 논문에서는 제안된 방법을 사용해, Fig.6, 7, 8에 보여진 결과들을 얻어냈다.

5. 결론

본 논문에서는 제안한 방법을 이용하여 영상 검색을 위한 새로운 방법을 제안했다. 전통적인 히스토그램은 히스토그램이 명암도 변화에 의해 이동되어지면 손실을 가져오게 된다. 작은 이동은 일제히 할당 받은 공간에 많은 양의 변화를 가져올 수가 있고, 전혀 다른 영상으로 인식 하게 된다. 따라서 더욱더 어려운 영상검색을 하게 된다. 개선할 방법은 있으나 실제로 제거 하지는 못하고 게다가 더욱더 복잡하게만 만든다. 다른 방법과 비교하자면 본 논문에서 제안한 방법은 매우 간단하며 특별한 영상을 요구하거나 추가 또는 제한하지 않는다. 실험결과, 높은 효율과 검색하는데 있어 정확성을 입증하였다. 이처럼 명암도 변화에 좋은 결과를 얻을 수 있다. 더욱더 나아가 앞으로 대규모 영상 데이터베이스로 실험을 해야 할 것이며, 더욱더 능률적인 검색을 하여 히스토그램의 영역분할을 향상 시킬 것이며, 이에 대한 연구가 필요하



Fig.6. Query image and retrieval images list i



Fig.7. Query image and retrieval images list ii



Fig.8. Query image and retrieval images list iii

실험된 검색 결과들은 Precision, Recall, 그리고 AVRR(Average Rank of Relevant Image)에 의해서 측정되어졌다.[6]

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

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

R_r : 검색된 항목중에서 질의와 관련된 항목의 수
T : 검색 대상 중에서 질의와 관련된 항목의 총수
T_r : 검색된 항목의 총수

$$AVRR = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n R_i \quad (6)$$

Table 1. The result of three method using Figure 6,7,8

	Method	Recall	Precision	AVRR
Figure 6	AHB	0.78	0.67	4.2
	MCH	0.59	0.61	4.0
	CHM	0.47	0.51	3.5
Figure 7	AHB	0.64	0.73	3.4
	MCH	0.55	0.59	3.0
	CHM	0.46	0.41	2.4
Figure 8	AHB	0.83	0.90	4.9
	MCH	0.71	0.62	4.1
	CHM	0.68	0.57	3.5

- MCH : Merged Color Histogram
- CHM : Conventional Histogram Method

Table 1.에서는 제안한 방법, MCH 그리고 CHM의 성능평가 측정을 Precision과 Recall 그리고 AVRR에 의해서 비교 평가 되어 보여주고 있다. 이 결과로, 본 논문에서 제안한 방법이 MCH나 CHM과 같은 다른 영상검색 방법보다 효과적이며, 영상 검색에 있어 좋은 성능을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Yossi Rubner, Carlo Tomasi and Leonidas J. Guibas, "Adaptive Color-Image Embeddings for Database Navigation", ACCV' 98 Computer Vision-Volume I, pp.104-119, Jan. 1998
- [2] Y.Rui, T. S. Hang and S. Fu Chang, "Image retrieval: Current technique, promising directions, and open issues", Journal of Visual Communication and Image Representation, Vol.10, No.4, pp.39-62, Apr. 1999.
- [3] Seong-O shim, Tae-Sun Choi, "Edge Color Histogram for Image Retrieval", Korea, IEEE ICIP 0-7803-7622-6/02/2000
- [4] "v-B Color Retrieval Techniques" presented in <http://www.ctr.columbia.edu/~jrsmith/html/pubs/tatfcir/node22.html> March 6, 1996
- [5] J.Wang, G. Wiederhold, "SIMPLcity: semantics sensitive integrated matching for picture libraries", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.23, no.8, pp. 1-17, September 2001.
- [6] H.Muller, W. Muller, D. Squire, S. Marchand Maillet and T.pun, "Performance Evaluation in Content-Based Image Retrieval: Overview and Proposals", Pattern Recognition Letters, vol.22, no.5, pp. 593-601, 2001