

이미지 내용 기반 검색을 위한 이미지 타일 평균 RGB 방법

한정운*, 김병곤*, 이재호**, 임해철*

hanjw@cs.hongik.ac.kr

*홍익대학교 컴퓨터공학과

**인천교육대학 컴퓨터교육과

Image Tile Average RGB Method for Image Content-Based Retrieval

Jung-Woon Han*, Byung-Gon Kim*, Jae-Ho Lee**, Hae-Chull Lim*

*Dept. of Computer Engineering, Hong Ik University

**Dept. of Computer Education, Incheon National University of Education

요 약

컬러 히스토그램은 멀티미디어 이미지 데이터의 특성을 표현하기 위하여 널리 이용되어 왔다. 그러나 컬러 히스토그램을 고차원으로 설정할 경우 색인 구조에 효율적이지 못할 뿐만 아니라 유사도 계산에서도 고비용이 요구된다. 이러한 단점을 보완하기 위해 히스토그램의 차원을 줄이는 여러 방법이 제시되어 왔으나 이미지의 색상 정보 손실을 피할 수 없으며, 이미지의 전체 히스토그램으로는 이미지의 레이아웃을 고려할 수 없기 때문에 필터링을 통한 후보 선정 시 상이한 이미지가 선택되어지는 문제점을 지닌다. 본 논문에서는 이미지를 일정한 크기의 타일로 분할한 이미지 타일 평균 RGB 방법을 제안하였으며, 실험을 통하여 제안된 방법의 성능을 평가하였다.

1. 서 론

최근 들어 멀티미디어 데이터베이스 시스템에 대한 개발이 활발히 진행되고 있다. 특히, 멀티미디어 자료에 대한 내용기반 검색은 사용자의 특별한 명세 없이 검색 결과를 얻을 수 있기 때문에 많은 연구의 대상이 되고 있다.

본 연구는 이미지 내용기반 검색을 위한 기술에 중점을 둔다. 이미지 내용을 표현하기 위해 사용되어진 특징들을 살펴보면 이미지에 대한 명세, 객체의 모양, 질감 등을 이용하는 방법[1,5], Wavelet 변환 함수를 이용하여 추출한 Wavelet 계수를 이용하는 방법[6,7], 그리고 컬러히스토그램을 이용하는 방법[1,2,3] 등이 있다. 이중에서 이미지 데이터를 표현하기 위하여 가장 일반적으로 사용되는 방법이 컬러 히스토그램이다. 컬러 히스토그램은 고차원 혹은 저차원으로 표현이 가능하다. 컬러 히스토그램을 고차원으로 이용할 경우 이미지에 대한 많은 색상 정보를 유지함으로써 이미지간의 유사도 검색 시 정밀도가 높은 장점을 지니고 있다. 그러나, R³-트리[9]와 같은 색인 구조에서는 많은 결함이 발생하여 검색성능을 저하시키고, 고비용의 유사도 계산을 해야 하는 단점이 있다. 반면 저차원의 컬러 히스토그램을 사용할 경우에는 색인 구조에 효율적일 뿐 아니라 저비용의 계산으로 유사도를 측정할 수 있으나, 이미지에 대한 색상 정보의 손실로 유사도 검색 시 정밀도가 떨어지는 단점이 있다.

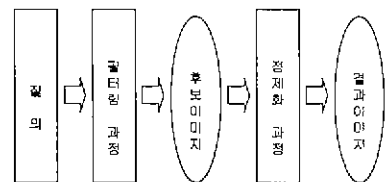
이러한 컬러 히스토그램의 특징을 보완하기 위하여 저차원의 컬러 히스토그램을 통해 유사도가 적은 이미지를 필터링한 후 선택된 후보 이미지들에 대하여 고차원의 히스토그램으로 보다 정밀한 유사도 계산을 수행함으로써 결과를 얻는 2단계 질의 처리 방법[1,3,4,10]이 제시되었다. QBC 시스템[1]에서는 고차원 히스토그램을 3차원의 평균 RGB 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구과제(과제번호:98-0102-09-01-03)의 지원을 받았음

로 변환하여 필터링 과정에 이용하였고, [2]는 히스토그램의 유사한 색상에 대하여 병합하는 컬러 클러스터링 방법으로 저차원의 히스토그램을 구하여 필터링에 이용하였다. 그러나, 저차원 변환으로 인하여 이미지에 대한 색상 정보가 손실됨으로써 이미지의 구별능력이 저하될 뿐만 아니라 전혀 다른 이미지라도 유사한 색상의 분포를 지니고 있을 경우 후보 이미지로 선택되어지는 결과를 나타낼 수 있다.

본 논문에서는 저차원 히스토그램으로의 변환을 통해 손실되어진 이미지의 색상 정보를 보완하여 효율적인 필터링을 수행하기 위하여 이미지 타일 평균RGB 방법을 제안했다. 이는, 전체 이미지의 색상 정보가 아닌 분할된 이미지 타일(tile)의 색상 정보를 이용하여 레이아웃을 고려함으로써 전혀 다른 이미지가 유사한 색상 분포를 지니더라도 선택될 가능성을 줄인다. 2장에서는 관련 연구에 대하여 알아보고 3장에서는 이미지 타일 평균 RGB 방법을 제안하였다. 4장에서는 필터링 단계에서 레이아웃을 고려했을 경우와 고려하지 않았을 경우 생성되는 후보 이미지들을 살펴보고 제안된 방법의 성능을 평가하였다.

2. 관련 연구

2.1. 이단계 질의 처리



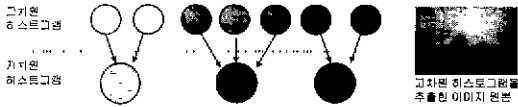
<그림 1> 2단계 질의처리

고차원 컬러 히스토그램과 저차원 컬러 히스토그램의 단점을 극복하기 위하여 2단계 과정을 통한 질의 처리 방법[1,3,4]이 제시되었다. <그림 1>에서와 같이 첫 번째 단계인 필터링 과정에서는 저차원의 히스토그램을 색인 구조에 사용하여 저비용의 유사도 계산을 수행함으로써 데이터베이스로부터 결과 이미지들 될 수 있는 후보 이미지를 선정하고, 이들을 대상으로 두 번째 단계인 정제화 과정에서는 고차원의 히스토그램을 적용하여 고비용의 정밀한 유사도 계산을 수행함으로써 질의결과를 얻는다 이러한 과정을 통한 질의 처리는 전체 데이터베이스에 대하여 고차원 히스토그램을 이용한 고비용 유사도 계산 횟수를 줄임으로써 성능향상을 얻을 수 있다 필터링 단계에서는 신뢰성 있는 최소의 후보자 집합을 구성하기 위하여 저차원의 특징이 최대한의 정보를 유지할 수 있도록 하는 문제가 중요한 부분으로 지적되고 있다.

2.2. 히스토그램의 저차원 변환

컬러 히스토그램을 이미지의 특성으로 추출할 경우에 고차원 컬러 히스토그램의 단점을 극복하기 위해 저차원의 컬러 히스토그램을 구하여 필터링 과정에서 이용하는 방법을 2.1절에서 언급하였다. 저차원의 히스토그램 표현 방법에는 다음과 같은 것들이 있다

<그림 2>는 [2]에서 이용한 컬러 히스토그램의 저차원 변환과정을 보여주고 있다. 오른쪽의 해튼이 이미지로부터 추출한 고차원의 컬러 히스토그램에서 유사한 색상들이 병렬되어점으로 인하여 색상 정보가 손실되어진 저차원의 컬러히스토그램이 구성되어지는 것을 알 수 있다



<그림 2> 컬러히스토그램의 저차원 변환과정

QBIC시스템[1]에서는 아래의 식과 같이 이미지의 전체 픽셀에 평균 RGB 방법을 이용하여 고차원 컬러 히스토그램을 3차원으로 저차원 변환을 수행하여 필터링 과정에 적용했다

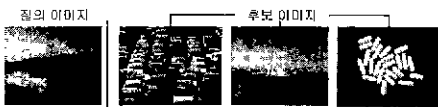
$$R_{avg} = (1/N) \sum_{p=1}^N R(p)$$

$$G_{avg} = (1/N) \sum_{p=1}^N G(p)$$

$$B_{avg} = (1/N) \sum_{p=1}^N B(p) \quad p \cdot \text{픽셀} \quad N: \text{전체픽셀수}$$

특히 평균 RGB 값은 절려내기 과정에서 하향 한계 특성(lower bounding property)를 만족하여 빈도시 선택되어야 할 이미지가 누락되는 일이 없음을(no false drop)을 보장한다

QBIC 시스템과 같이 이미지를 저차원으로 변환하여 필터링에 이용하는 방법은 이미지에 대한 색상의 분포만을 특징으로 이용함으로써 실제로 전혀 다른 이미지인에도 불구하고 <그림 3> 과 같이 유사한 색상의 분포를 지니는 특징을 지니게 될 경우 후보 이미지로 선택되어 질 수 있다.



<그림 3> 저차원 히스토그램의 후보이미지

특히, 자연의 풍경 이미지와 같은 경우는 대부분 비슷한 색상 분포를 지니므로써 비슷한 이미지로 인식되어 많은 개수의 후보 이미지 집합을 생성하여 정제화 과정에서의 많은 오버헤드를 초래하므로 필터링 과정에 도움을 주지 못한다 이러한 문제점은 컬러 히스토그램으로 이미지의 레이아웃을 고려할 수 있으며, 저차원으로 변환할 경우 이미지의 색상 정보를 손실함으로써 이미지 구별 능력이 저하되기 때문에 발생한다 본 논문에서는 고차원의 컬러 히스토그램을 저차원으로 변환함으로써 발생할 수 있는 이미지에 대한 색상 정보의 손실을 보완할 수 있는 방법으로 레이아웃을 고려한 이미지 타일 평균 RGB 방법을 제안하였다.

3. 이미지 타일 평균 RGB 방법

이미지 타일 평균 RGB 방법의 기본적인 개념은 다음과 같다 <그림 4>의 (b)와 같이 전체 이미지를 동일 크기의 타일로 분할하고 (c)와 같이 각 타일에 대하여 평균RGB 값을 구하여 일정한 순서에 의해 각 타일의 평균RGB 값을 구한다 구하여진 이미지 타일 평균 RGB 값을 이용하여 인덱스 트리를 구성함으로써 필터링 과정에서 이용한다 분할된 각 타일에 대한 평균 RGB 값을 QBIC 시스템에서와 같이 고차원 컬러 히스토그램의 급격한 저차원 변환 과정으로 인한 정보 손실이 존재하지만, 필터링 수행 시에 비교하는 두 이미지의 동일한 위치의 타일에 대한 평균 RGB 값을 비교함으로써 저차원 변환에 대한 색상 정보 손실을 보완할 수 있다



<그림 4> 이미지 타일 평균RGB

이미지 타일 평균 RGB 값의 계산과 인덱스 트리 구성 시 삽입 알고리즘은 다음과 같다.

TileAvgRGB(Image, TileNum)

입력 이미지(Image), 타일 수(TileNum)

출력 타일별 평균 RGB 값

1. 이미지를 타일 개수의 일정한 크기로 분할한다
2. 각 타일에 대한 RGB 히스토그램 계산
3. RGB 히스토그램을 가지고 평균 RGB 계산
4. 계산된 평균 RGB 값을 정해진 순서대로 배열에 저장하여 반환

Insert(InputImage)

입력 입력 이미지(InputImage)

출력 새로 구성된 인덱스 트리

- 1 CALL TileAvgRGB(입력 이미지, 타일 수).
- 2 TileAvgRGB값을 차원으로 인덱스 삽입 알고리즘 수행

질의 처리는 이미지 타일 평균 RGB 값을 이용한 필터링 과정과 고차원 히스토그램을 이용한 정제화 과정의 2단계를 통하여 수행하며 알고리즘은 다음과 같다

k-NNQueryProcessing(QueryImage, k)

입력 질의 이미지(QueryImage), 질의이미지 수(k)

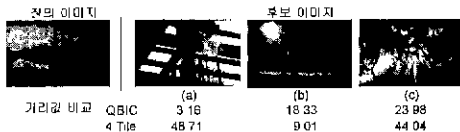
출력 질과 이미지 리스트

- 1 CALL TileAvgRGB(질의 이미지, 타일 수),
- 2 질의 이미지의 TileAvgRGB 값으로 인덱싱 트리를 통해 필터링 과정을 수행하여 후보이미지 리스트 구성
- 3 후보이미지 리스트에 대하여 고차원 히스토그램을 이용하여 정제화 과정 수행 후 계산된 거리 계산 값으로 용접차순 정렬
- 4 정제화 수행 결과 리스트에서 k개의 이미지 반환

필터링 과정에서 유사도 계산은 아래의 식과 같이 유클리디안 거리 계산 함수를 이용한다. $dist$ 는 두 이미지간 유사도 거리, $avgRGB_q$ 는 질의 이미지의 타일 평균 RGB 값, $avgRGB_k$ 는 데이터베이스 이미지의 타일 평균 RGB 값, N 은 전체 타일 번호를 말한다

$$dist^2(\overrightarrow{avgRGB_q}, \overrightarrow{avgRGB_k}) = \sum_{i=1}^N (avgRGB[i]_q - avgRGB[i]_k)^2$$

<그림 5>는 QBIC 시스템에서 선택한 후보 이미지에 대하여 이미지 타일 평균 RGB 방법을 적용했을 경우의 거리 값 비교를 보여준다. 선미된 후보 이미지들은 색상 분포에 있어서 거의 유사한 특징을 지니고 있기 때문에 3차원으로의 컬러 히스토그램 변환 방법을 사용할 경우 두 이미지는 유사도 계산에서 거의 같은 이미지로 결정될 수 있다.



<그림 5> QBIC의 후보이미지와 거리 값 비교

(a) 이미지의 경우 QBIC 시스템에서 계산한 거리 값이 3.16인 반면 타일 평균 RGB 방법을 사용할 경우에는 48.71의 거리 값이 계산되어 후보 이미지로 선택될 가능성을 줄일 수 있다. 또한, (b) 이미지의 경우 질의 이미지의 유사하며 QBIC 시스템에서 계산한 거리 값이 18.33인 반면 타일 평균 RGB 방법을 사용할 경우에는 9.01의 거리 값이 계산되어 후보 이미지로 선택될 가능성이 높아진다.

이미지로부터 분할된 각 타일은 3차원의 RGB값을 지니게 되어 9개의 타일로 분할될 경우, 이미지 타일 평균 RGB는 27차원의 특징을 지니게 된다. 이미지를 너무 많은 타일로 분할 할 경우, 원래의 히스토그램보다 많은 차원을 지니게 되므로 필터링 과정에 이용되는 특징으로서의 의미가 없다 따라서 타일을 나누는 기준은 이미지 타일 평균 RGB의 필터링 능력과 질의 수행시간을 고려하여 결정해야 한다.

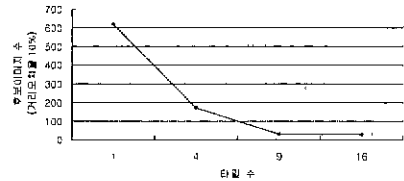
4. 실험 및 평가

신체 이미지를 너무 많은 타일로 분할시킬 경우 차원의 수가 급격히 증가하여 오히려 성능의 저하를 초래할 수 있다. 따라서 이미지를 몇 개의 타일까지 분할 할 경우가 후보 이미지의 수를 현저히 줄이고 차원의 증가를 보완할 수 있는 지 실험을 통하여 분석하였다.

실험은 1200개의 이미지 자료에 대하여 이미지 타일 평균 RGB를 C++로 구현하고, 각 타일 분할 개수에 대하여 10%의 거리오차를 지니는 후보 이미지를 측정하였다.

<그림 6>은 100회의 질의에 대하여 선택되었던 후보 이미지의 평균 개수를 나타내고 있다. 1개의 타일일 경우가 QBIC 시스템의 경우

이며 평균 619.57개의 후보 이미지를 선택하였다. 이미지를 4개의 타일로 분할했을 경우는 171.71개, 9개 타일은 29.86개를 후보 이미지로 선택하였다.



<그림 6> 분할된 타일 수와 후보이미지 수

그러나 16개의 타일로 분할했을 경우에는 27.71개의 후보 이미지를 선택하여 9개의 타일로 분할했을 경우의 후보이미지 수와 차이가 나지 않음으로써 필터링의 성능을 기대할 수 없음을 알 수 있다. 따라서, 레이아웃을 고려한 이미지 내용기반 검색에는 전체 이미지를 9개의 타일로 분할할 경우에 가장 효율적인 필터링을 수행함을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

이미지 내용을 기반으로 한 검색에 고차원의 히스토그램을 저치된 히스토그램으로 변환하여 이용하는 방법은 레이아웃을 고려할 수 없을 뿐만 아니라, 이미지의 색상 정보를 손실함으로써 너무 많은 후보 이미지를 선택하여 필터링 성능이 떨어지는 문제점을 보이고 있다. 그러나, 이미지 타일 평균 RGB 방법을 이용하였을 경우 각 타일별 위치에 따른 이미지의 색상 분포가 고려됨으로써 신뢰성 있는 최소의 후보 이미지를 선택함을 실험을 통해 알아보았다. 특히, 9개까지 타일로 분할 할 경우가 후보 이미지 선택에서 좋은 성능을 보였다.

향후 연구로는 이미지의 색채들이 전혀 다른 곳에 위치하거나, 분할된 타일 간격으로 이동되었던 이미지의 경우도 유사한 이미지로 선택되어질 수 있는 방법 과 실험 환경을 보완하여 개선한 방법을 적용함으로써 질러내기 성능의 향상을 얻을 수 있는 특징 분야에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] C Faloutsos, et al, "Efficient and Effective Querying by Image Content", Journal of Intelligent Information Systems, Vol 3, No 4, pp 231-261, 1994
- [2] Jia. Wang, et al, "Color Clustering Techniques for Color-Content-Based Image Retrieval from Image Databases", Proc. of the International Conference on Multimedia Computing and Systems pp 4-2-4-9, June 1997
- [3] Raymond T Ng and Dominic Tam, "An Analysis of Multi-level Color Histograms", In proceedings of the SPIE, 1997
- [4] H.-P. Kriegel et al, "Improving Adaptable Similar Query Processing by Using Approximations", Proc 24th Int Conf VLDB, 1998
- [5] G.H. Cha, C.W. Chung, "Multi-Mode Indexes for Effective Image Retrieval in Multimedia Systems", IEEE, pp 152-159 1998
- [6] J.Z. Wang, et al, "Wavelet-Based Image Indexing techniques with partial Sketch Retrieval Capability", IEEE, 1997
- [7] Apostol Naisev et al, "WALRUS A Similarity Retrieval Algorithm for Image Databases", Proc ACM SIGMOD pp 395- 406, 1999
- [8] N. Beckman, H.-P. Kriegel, R. Schneider, and B. Seeger, "The R*-tree: an Efficient and Robust Access Method for Points and Rectangles", Proc ACM SIGMOD, pp 322-331, May 1990
- [10] Thomas Seidl, H.-P. Kriegel, "Optimal Multi-Step k-Nearest Neighbor Search", Proc ACM SIGMOD, 1998