디더링된 색상 기반의 이미지 검색 기법

김대훈*, 황인준**
*고려대학교 전자전기공학과
**고려대학교 전기전자전파공학부
e-mail: {kdh812, ehwang04}@korea.ac.kr

Dithered Color-Based Image Retrieval Scheme

Daehoon Kim*, Eenjun Hwang**
*Department of Electrical Engineering, Korea University
**School of Electrical Engineering, Korea University

요 약

다양한 내용 기반의 이미지 검색 기법 중에서 특히 색상 기반의 검색은 다른 기법들에 비해 효율성 면에서 우수하기 때문에 PMP 와 같은 소형 기기에서부터 디지털 TV 등의 대형 기기에까지 적용 가능하다는 장점이 있으며, 실제 이를 적용한 제품들이 발표되고 있다. 한편, 디더렁(Dithering) 기법은 이미지가 주는 느낌을 유지하면서도 정보의 양을 줄일 수 있게 해준다. 따라서 디더링 처리된 영상으로부터 색상 정보를 추출하고, 색상 정보간의 EMD 값을 영상간 유사도로 사용한다면 효과적인 이미지 검색이 가능하다. 본 논문에서는 디더링된 색상 정보 기반의 새로운 검색 기법을 제안하고 프로토타입 시스템을 통하여 그 성능을 평가하였다.

1. 서론

내용 기반의 이미지 검색(Content Based Image Retrieval)은 색상이나 질감, 외형 등의 정보를 바탕으로 이미지 자체의 고유한 특성을 추출하고 이를 이용하여 이미지 검색에 활용하는 기법이다. 검색의 정확도 및 효율성을 높이기 위해 여러 가지 방법들이 제안되었으며, 최근에는 다양한 특징들을 통합하여 이용하는 기법도 제안되었다[1][2]. 이 중에서 색상 정보기반의 검색 기법은 효율성이 뛰어나기 때문에 실제상용 제품에 적용된 사례도 흔하다[3].

본 논문에서는 이러한 색상 정보 기반의 검색 기법으로, 디더링된 색상 정보를 바탕으로 한 효과적인이미지 검색 기법을 제안한다. 입력된 이미지를 디더링 한 후에 각 색상의 픽셀이 전체 이미지에서 차지하는 비율을 계산한다. 그 후에 중요하다고 추측되는 색상을 가진 픽셀을 골라내고, 이들의 색상 및 비율을 기반으로 유사한 이미지를 검색한다.

2. 디더링 기술

디더링은 색상 정보의 양을 줄이면서 원본 이미지의 느낌을 유지할 수 있는 효과적인 방법이다. 어떤색을 화면에 표현 또는 종이에 인쇄할 때 비디오 메모리의 용량이 허락하지 않는다거나, 표현할 수 있는색상이 정해져 있는데 그 색이 너무 적어서 부드러운 표현이 불가능할 때, 사람 눈의 특성을 이용하여 비슷한 효과를 얻는 방법이다. 사람의 눈은 색상 차이가 나는 두 가지 색을 바로 곁에 두고 동시에 쳐다보면, 두 색의 경계부분은 중간색 정도로 인식하게 된

다. 이러한 착시 현상을 이용해서 화면에 어떤 색상을 표시할 수 없는 경우 표시할 수 있는 색상들의 화소를 모아 되도록 비슷한 색상을 만들어 내는 방법으로, 고러드 쉐이딩과 같이 색이 부드럽게 변하는 것을 표현할 때 주로 사용되고 있다. 그림 1 은 디더링된 이미지의 예를 보여주고 있다. 그림 1.(a)는 트루컬러 원본 이미지이며 그림 1.(b)는 8 색으로 디더링된이미지이다. 디더링된이미지는 디테일한 부분이 원본 이미지에 비해 부족하지만 전체적인 느낌을 표현하는 것이 문제가 없음을 알 수 있다.





(그림 1) 디더링된 이미지 예제

이러한 특성을 다른 관점으로 살펴보면, 디더링 기법을 사용하면 원본 이미지를 원본의 색상보다 더 적은 색의 종류를 가지고도 사용자에게 비슷한 느낌이들 수 있게 표시할 수 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 특성을 이용하여 원본 이미지의 색상 정보를 추출하면 이미지 검색에 효과적으로 활용할 수 있다. 한편, 이미지의 특징을 저장하고 검색하는 효율성을 높이기 위해 디더링된 정보를 그대로 이용하는 대

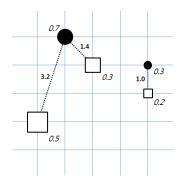
신, 픽셀들의 종류와 비율을 파악한 뒤에, 그 비율이 일정한 한계치를 넘지 못하면 해당 정보를 제거하였다.

3. The Earth Mover's Distance

The Earth Mover's Distance(EMD)는 특정 공간 R 에서 두 분포간의 수학적인 거리를 표현한다[4]. EMD는 공간 상에 두 분포간 거리를 측정해주는 것으로, 한 분포에서 다른 분포로 이동하는 데 드는 최소한의 '일'을 두 분포간의 거리로 측정한다. 그림 2 에는 네모 노드와 동그라미 노드의 두 분포가 표시되어 있다. 노드에 표시되어있는 기울임 체 숫자는 점의 비중이고, 노드간 연결선에 표시되어있는 숫자는 두 노드사이의 거리이다. 각 도형을 옮기는 데에 필요한 '일'은 출발지와 목적지간의 유클리디언 거리와 각 도형의 비중을 곱한 값을 의미한다. 두 분포간의 거리는한 분포의 모든 점을 다른 분포의 다른 모든 점으로옮기는 데에 필요한 모든 '일'을 더하면 된다. 이것을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$EMD(P,Q) = \frac{\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} d_{ij} f_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} f_{ij}}$$

여기서 $P=\{(p_1,w_{pl}),...,(p_m,w_{pm})\}$ 이고 $Q=\{(q_1,w_{ql}),...,(q_n,w_{qn})\}$ 이다. 위의 수식과 같이 EMD 는 한 분포의모든 점을 다른 분포의 위치로 옮기는데 드는 비용을최소화 하는 f_{ij} 의 집합을 찾는 것이 목적이다. 본 논문에서는 p와 q는 RGB 공간에서의 위치이며, w_{pi} , w_{qi} 는 각 색을 가진 픽셀들의 이미지 내에서의 비율을의미한다. 두 이미지 간의 디더링된 색상 정보를 바탕으로 EMD를 계산한다면 두 이미지 색상간에 차이를계산할 수 있다. 예제에서 볼 수 있듯이 EMD 는각각의 분포에 포함되어있는 점의 개수가 달라도 매치가 가능하기 때문에, 본 연구에 이용하기 적합한특성을 가지고 있다고 할 수 있다.

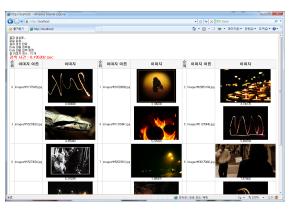


(그림 2) 2D 평면상의 EMD 예제

4. 색상 기반 이미지 검색 시스템

앞서 소개된 기술을 바탕으로 검색을 하고 그 결과를 효과적으로 볼 수 있는 시스템을 구축하고 실험하였다. 실험은 Intel Core 2 Duo 2.67Ghz, 4GB 메모리 사양의 Windows Vista SP2 환경에서 수행되었다. 시스템

내부의 이미지 특징정보 추출 및 이미지 간 유사도의 계산을 위해서는 MATLAB 을 사용하였다. 결과를 확인하는 모듈은 php 언어의 사용이 가능한 웹 서버로 구축하여, 추후 웹 검색 등에도 활용이 가능하도록 제작 되었다. 실험은 Flickr550 이미지 셋[5]에서 이미지 약 5000 여 개를 추출하여 사용하였다.



(그림 3) 검색 결과

그림 3 에서는 본 시스템의 검색 결과를 보여준다. 좌측 상단에 나온 이미지는 쿼리 이미지와 같은 이미 지로써 유사도가 0 으로 나오고, 검은색 배경에 주황 색 계열의 물체가 있는 비슷한 느낌의 이미지들이 검 색 결과로 나오고 있는 것을 확인 할 수 있다. 또한 약 5000 개의 이미지에서 검색하는 데 필요한 시간이 약 0.2 초로서, 효율적인 검색이 가능한 것을 확인 할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 디더링 기법을 이용하여 이미지의 색상 정보를 효과적으로 추출하고 각 이미지 별로 추출된 색상의 종류와 비율을 기반으로 쿼리 이미지와의 EMD를 측정하여 유사도를 측정하여 유사한 느낌을 가진 이미지 검색 시스템을 제안하였다. 또한 내부 구현과 결과 출력 모듈을 따로 작성하여 추후 시스템의 확장에 대비하였다. 특히 결과 출력 모듈은웹 서버 기반으로 작성하여 궁극적으로는 웹 검색 시스템으로의 발전 가능성도 제시하였다.

참고문헌

- [1] Ritendra Datta, Dhiraj Joshi, Jia Li, and James Z. Wang. "Image Retrieval: Ideas, Influences, and Trends of the New Age," ACM Computing Surveys, Vol. 40, No. 2, Article 5, April 2008.
- [2] Jingyu Cui, Fang Wen and Xiaoou Tang. "Real Time Google and Live Image Search Re-ranking," ACM MM'08, 729-732, October 2008.
- [3] Samsung PAVV LED TV, http://www.pavv.co.kr
- [4] Yossi Rubner, Carlo Tomasi and Leonidas J. Guibas. "The Earth Mover's Distance as a Metric for Image Retrieval," International Journal of Computer Vision 40(2), 99–121, 2000.
- [5] Flickr550 image set, http://mpac.ee.ntu.edu.tw/~yihsuan/reranking/contextseer/# DataSet