

내용-기반 이미지 검색 시스템에서 편집-예제 질의에 대한 유사도 계산 방법

이승빈 김상철 낭종호

서강대학교 컴퓨터공학과

mercileesb@sogang.ac.kr sckim@sogang.ac.kr jhnang@sogang.ac.kr

A Similarity Metrics for Query by Edited Example in Content-Based Image Retrieval

Seungbin Lee Sangchul Kim Jongho Nang

Department of Computer Science and Engineering

Sogang University

요 약

이미지 검색 시스템은 질의로 들어온 이미지를 저수준 시각 특징을 분석하여 데이터베이스(DB) 내의 이미지들과 비교하고 거리 값이 유사한 이미지들을 보여준다. 이런 검색 시스템은 이미지의 시각 정보만을 사용하기 때문에 사용자의 선호도를 반영하지 못하는 한계점이 있다. 이를 극복하기 위해 본 논문에선 사용자의 관심에 맞추어 질의를 편집한다. 그리고 기존의 유사도 측정법과 달리 새로운 질의에 대하여 유사도를 판별하기 위해 관심 영역의 크기를 고려한 유사도 판별법을 제안한다.

1. 서 론

이미지 검색 시스템이란 질의로 들어온 이미지를 분석하여 데이터베이스(DB)에 저장된 이미지들과 비교하여 계산된 거리값이 유사한 이미지들을 보여주는 것이다. 내용 기반 이미지 검색에서 여러 연구[1-3]가 있음에도 불구하고 사용자의 의도를 반영한 연구는 부족하다. 이를 보완하기 위해 연관 피드백을 적용한 검색 시스템[4-6]도 있으나 이미지의 시각 정보만으로 사용자 원하는 상대적인 위치와 크기 등의 구체적인 특징을 반영하지 못하는 단점이 있다. 또한 키워드를 통한 검색에서도 구체적인 정보를 검색하고자 할 때 오히려 잘못된 결과를 반환한다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고자 사용자가 직접 원하는 관심 객체와 상대적인 위치를 설정하여 사용자의 관심에 초점을 맞추고 유사도를 판별하는 검색 시스템을 제안한다. 이를 위하여 우선 이미지들의 영역별 특징 값을 계산하여 색인 DB를 만들고, 기존의 이미지 검색 시스템과 달리 제안한 시스템은 질의로 이미지와 관심 영역을 동시에 받고 이 질의를 종합하여 유사도를 판별한다.

2장에서는 관련 연구에 대해 설명하고 3장에서 제안한 검색 시스템, 4장에서 실험 및 결과에 대해 설명하고 5장에서 결론 및 추후 연구에 대해 설명한다.

2. 관련연구

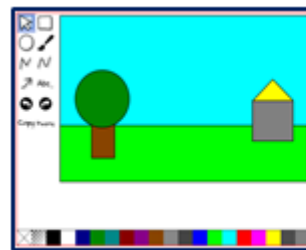
2.1. 스케치에 의한 질의 검색

사용자가 별도의 <그림 1-(a)>과 같이 스케치 편집 툴을 이용하여 검색결과로 원하는 질의 이미지를 생성하여 검색하는 방법이다. 사용자가 관심을 갖는 이미지를 직접 생성할 수 있기 때문에 용이하다. 하지만

사용자의 스케치 실력과 스케치 툴의 기능 제공 여부에 따라 질의 이미지 품질이 좌우된다. 또한 필기 도구가 아닌 마우스를 이용하기 때문에 그리는 것이 힘들고, 주로 벡터 이미지 질의만 이용할 뿐이다[7].

2.2. 예제에 의한 질의 검색

<그림 1- (b)>와 같이 사용자가 찾고자 하는 검색 결과와 유사한 이미지를 질의 이미지로 선택하고 검색하는 방법이다. 이미지가 질의로 들어오면 서버는 이미지의 특징을 분석하여 정의된 특징들 간의 거리를 측정하여 검색 결과를 보여준다. 이것의 문제점은 정의된 시각적 특성으로만 검색하며, 사용자가 관심을 갖는 부분 영역에 대해서 반영하지 못한다[1-3].



(a) 스케치 질의 예시 (b) 예제 질의 예시

<그림 1> 기존 연구의 질의 검색 방법 예시

2.3. 키워드에 의한 질의 검색

키워드에 의한 질의 검색 시스템은 연관있는 메타 데이터들을 미리 색인된 자료와 비교 검색하는 것을 말한다. 몇몇 검색 엔진들은 자동으로 제한된 분야의 시각 객체들을 구분하여 검색하기도 한다. 하지만 사용자의 구체적인 의도를 반영하기 어렵다. 초원 위에 사람이 있는 이미지를 보고 싶을 때 <그림 2>는

Google에서 얻은 검색 결과이다. 질의 문장 ('person standing left side on grass')의 설명이 구체적임에도 불구하고 ('person standing on grass')에 비하여 검색 결과의 질이 떨어진다[8].

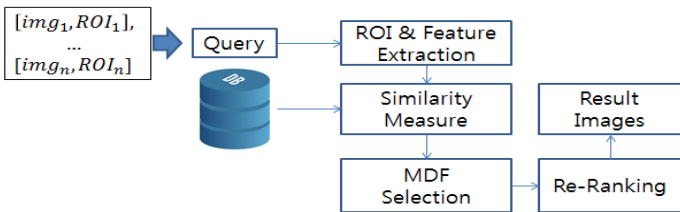


<그림 2> 키워드에 의한 질의 검색 결과 예시

2.4. MPEG-7 Visual Descriptor

MPEG-7 시각 기술자는 멀티미디어 콘텐츠의 메타 데이터를 나타내기 위한 국제 표준이다. 사람의 시각적 특성을 고려하여 색상, 모양, 질감 등으로 이미지의 특성값을 표현한다. Dominant Color Descriptor(DCD), Scalable Color Descriptor(SCD), Color Layout Descriptor(CLD, Color Structure Descriptor (CSD), Edge Histogram Descriptor (EHD), Homogeneous Texture Descriptor (HTD) 등이 있다[9].

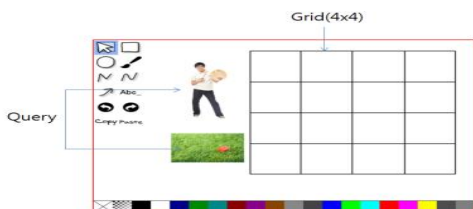
3. 제안한 검색 시스템



<그림 3> 제안한 검색 시스템의 구조

제안한 검색 시스템은 <그림 3>와 같은 구조를 갖는다. 질의에서 특징 값을 추출하고, 이를 미리 색인된 DB 내의 이미지와 비교한다. 기본 기술자는 MPEG-7 기술자들을 이용했다. [9]에서 정의한 방법으로 거리를 계산한다. 특징별 거리 값의 분산이 가장 큰 것을 MDF(Most Discriminant Feature)로 선택하고 순위를 매긴다. 질의로 입력된 이미지의 상대적인 크기를 고려하여 최종 순위를 매기고 유사 이미지를 반환한다.

3.1. 사용자 인터페이스

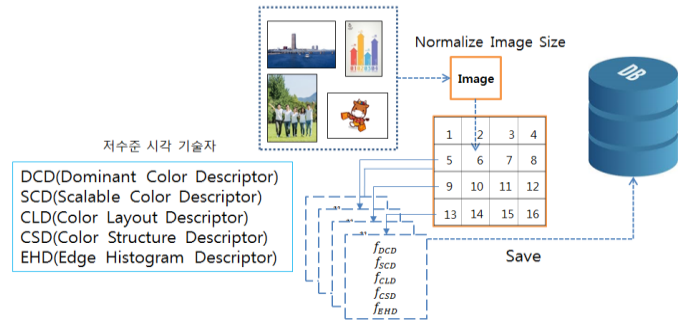


<그림 4> 이미지 편집 인터페이스

유사 이미지 검색을 원하는 사용자에게 단일 이미지만을 받는 것이 아니라 관심을 갖는 질의를 편집하여 사용자의 의도를 반영한 검색을 한다. <그림 4>은 예제 이미지 편집 인터페이스이다. 검색할 이미지들을 크기 조절과 자르기를 통해서 원하는 부분을 편집하고, 격자

위에 올려 상대적인 위치를 지정한다.

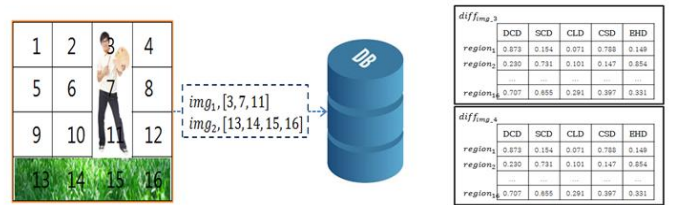
3.2. 데이터베이스 설계



<그림 5> 이미지를 DB에 저장하는 과정

<그림 5>는 DB에 이미지를 저장하는 과정이다. 우선 다양한 크기의 이미지의 시각 정보를 비교하기 위해서 동일한 크기로 정규화한다. 그 후, 일정하게 나눈 영역에서 기술자 별로 특성 값을 계산 후 DB에 저장한다. [10]의 연구에서 블록 성능이 우수했던 4*4 크기의 격자로 나누어 상대적인 위치를 얻었다.

3.3. 유사도 평가



<그림 6> 질의 생성 및 거리 값 비교 과정

<그림 6>와 같이 사용자는 초원(하단 : 13,14,15,16) 위에 사람(오른쪽 : 3, 7, 11)이 서 있는 질의이다. 서버에 전달된 질의는 DB 내 이미지와 비교하여 각 기술자 및 영역 별 거리 값의 분산을 계산하고, 이 분산 중 가장 큰 값을 갖는 기술자를 MDF로 선택한다. MDF의 거리 값을 오름차순으로 정렬하여 1차적인 순위(Rank_i)를 결정한다.

$$dist(query, db_{img_i})$$

$$= \sum \left(\left| mean_{mdf} (diff_{img_i}(mdf)) - diff_{img_i}(mdf) \right| \right) \dots (1)$$

모든 부분 영역, 즉 사용자가 관심을 갖는 영역들을 만족시키는 이미지를 찾는 것이 우리의 목표이므로 <식 1>과 같이 최종 거리는 편차의 합으로 구한다. 그리고 질의 이미지에서 부분 영역이 차지하는 만큼 가중치를 주어야 한다. 부분 영역 별로 선택되는 시각 기술자(MDF)가 다르기 때문에 단순히 거리의 합으로 최종 순위를 정할 수 없다. 관심 영역의 크기가 클수록 사용자의 의도가 많이 들어갔기 때문에 제안한 시스템에선 이를 다음과 같은 방식으로 재정렬한다.

$$r_i = n(ROI_i) \dots (2)$$

$$total = \sum n(ROI_i) \dots (3)$$

$$Rank_{new} = \sum ((total - r_i) * Rank_i) \dots (4)$$

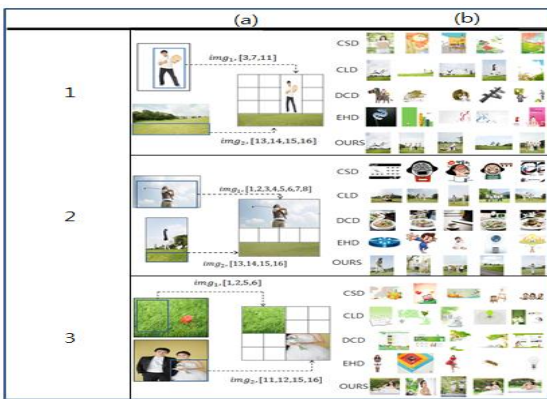
<식 2>는 이미지의 관심영역에 포함된 영역의 개수,

<식 3>은 관심 영역에 해당하는 영역들의 합, <식 4>는 위의 전체 관심 영역 중 이미지가 차지하는 비중을 가중치로 주어 최종 순위 값을 반환한다. $Rank_{new}$ 값을 오름차순으로 정렬 후 최종적으로 top-k를 사용자에게 결과 이미지로 반환한다.

4. 시스템의 검색 결과

본 논문의 실험을 위하여 사용한 이미지는 다양한 영역에서 추출한 인포그래픽, 음식, 클립아트, 일반 사진 등 총 10,000장을 이용하였다. 무작위로 선택된 이미지로 30개의 새로운 질의를 생성하였고, 일반인 9명을 대상으로 유사 이미지라 판단되는 개수와 그 중 질의와 동일하다고 느끼는 개수를 결과로 하였다.

4.1. 검색 결과



<그림 7> 질의 편집 과정 및 결과 예시

<그림 7>와 같이 다양한 질의를 생성하여 기존의 MPEG-7 시각 기술자를 이용한 결과와 제안한 시스템의 검색 결과를 비교하였다. 기술자 별로 결과가 달랐으며, 제안한 시스템은 질의에 유사한 이미지들을 찾아낼 수 있었다.

<표 1>은 제안한 시스템에서 찾아낸 Top-10 결과이다. 총 10,000장의 이미지 중 주관적인 유사도 판단 기준에 따라 결과는 평균 1.1장이고, 사용자가 편집한 질의와 일치하다고 판단하는 이미지는 0.69장 찾아냈다.

<표 1> 주관적 일치 및 유사 이미지 검색 결과 표

	일치	유사	합계
이미지 개수 (장)	0.69	0.41	1.1

5. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 기존의 내용 기반 이미지 검색 시스템이 갖고 있는 한계점인 단순 이미지 질의를 극복하기 위해, 사용자의 관심에 맞춘 편집 이미지에 대한 유사도 재평가 방법을 제안하였다. 새로 생성된 질의에 유사도를 크게 느낄 수 있는 판별법을 제안하여 기존의 기술자로 찾아내지 못한 이미지들을 찾아내며 질의와 일치하는 찾아내는 유의미한 결과를 보일 수 있었다. 검색 결과의 질을 지속적으로 향상시키기 위해 연관 피드백 검색, 객체 인식, 키워드 등을 이용한 멀티모달 시스템을 개발하는 것을 다음 연구로 할 것이다.

6. 감사의 글

본 연구는 중소기업청 2016 산학연협력 기술 개발 사업 (기업 부설)의 일환으로 하였음. [C0397132, 디자인 콘텐츠 오픈 마켓을 위한 내용-기반 디자인 콘텐츠 검색 및 저작권 보호 기술 개발]

7. 참고문헌

- [1] A. W. M. Smeulders, M. Worring, S. Santini, A. Gupta, R. Jain, "Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Years," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, no. 12, pp. 1349-1380, 2002.
- [2] P.S. Hiremath, Jagadeesh Pujari, "Content Based Image Retrieval Using Color, Texture and Shape Features," in *Proceedings 15th International Conference on Advanced Computing and Communications*, pp. 780-784, 2007.
- [3] G.H. Liu, J.Y. Yang, "Content-Based Image Retrieval Using Color Difference Histogram," *Pattern Recognition*, vol. 46, no. 1, pp.188-198, 2013.
- [4] Y. Rui, T.S. Huang, M. Ortega, S. Mehrotra, "Relevance Feedback : A Power Tool For Interactive Content-Based Image Retrieval," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 8, no. 5, pp. 644-655, 1998.
- [5] Y. Rui, T.S. Huang, S. Mehrotra, "Content-Based Image Retrieval with Relevance Feedback in MARS," in *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing*, vol. 2, pp. 815-818, 1997.
- [6] Ka-Man Wong, Kwok-Wait Cheung, Lai-Man Po, "Mirror: An Interactive Content Based Image Retrieval System," in *Proceedings of IEEE International Symposium on Circuit and Systems*, vol. 2, pp. 1541-1544, 2005.
- [7] E.D. Sciascio, M. Mongiello, "Query By Sketch and Relevance Feedback for Content-Based Image Retrieval over the Web," *Journal of Visual Languages and Computing*, vol. 10, no. 6, pp. 565-584, 1999.
- [8] Google, *Google Image Search*. [online]. Available: <https://images.google.com/>.
- [9] T. Sikorea, "The MPEG-7 Visual Standard for Content Description - An Overview," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 11, no. 6, pp.696-702, 2001.
- [10] J. Lee, J. Nang, "Content-Based Image Retrieval Method using the Relative Location of Multiple ROIs," *Advances in Electrical and Computer Engineering*, vol. 11, no. 3, pp. 85-90, 2011.