한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제19권 제2호 (2011. 6)

다중 관심영역의 내용과 위치를 이용한 이미지 검색

이종원°
°청강문화산업대학 콘텐츠스쿨
e-mail: jw@ck.ac.kr

Image Retrieval using Contents and Location of Multiple Region-of-Interest

°Jong-Won Lee
°School of Creative Contents, Chungkang College of Cultural Industries

● 요 약 ●

본 논문에서는 이미지에서 사용자가 관심을 갖는 영역(ROI)의 내용을 나타내는 특성값과 영역의 위치를 함께 고려하여 이미지를 검색하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 검색 대상 이미지를 일정 크기의 블록으로 구분한 후 사용자가 선택한 다중 ROI와 가장 근접하는 특성을 가진 블록을 선택한다. 블록의 특성값은 MPEG-7의 도미넌트 컬러 기술자를 사용한다. 사용자가 선택한 블록의 특성값과 함께 블록의 위치를 측정한 후, 검색 대상 이미지의 블록들의 특성값 및 위치와 비교하여 유사도를 측정한다. 본 논문에서는 실험결과 제안한 방법이 전역 이미지 검색이나 동일한 위치의 블록만 비교하는 경우보다 다중 ROI의 내용과 위치를 함께 고려하는 방법이 다른 방법에 비해 우수한 성능을 나타냈다.

키워드: 이미지검색(Image Retieval), 관심영역(Region of Interest, ROI), 도미넌트 컬러기술자(DCD), 내용기반이미지검색(CBIR, Content-based Image Retrieval)

Ⅰ. 서론

다양한 스마트 기기의 보급으로 누구나 쉽게 이미지를 생성할 수 있게 되었으며, 웹이나 SNS 등을 통해 다른 사람과의 공유가 증가하고 있다. 이에 따라 이미지 검색에 대한 요구도 함께 증가하고 있다. 이미지를 검색하는 방법은 이미지와 함께 입력된 태그 같은 텍스트 정보를 이용하는 방법과 이미지 자체의 내용을 기반으로 검색하는 방법으로 구별할 수 있다. 이미지가 급격하게 증가함에 따라 이미지와 관련된 텍스트 정보를 이용할 수 없는 경우가 많아 이미지의 내용에 기반한 검색방법이 요구되고 있다.

내용기반 이미지 검색에서는 일반적으로 각 이미지를 구별할 수 있는 특성값을 추출한 후, 추출된 특성 값의 거리를 비교하여 유사한 이미지를 찾는다. 내용기반으로 이미지를 검색할 때 거리 측정을 위해 사용하는 특성값을 이미지 전체에서 추출하는 방법[1]과, 이미지의 일부 영역의 특성값을 사용하는 방법[2,3,4]으로 구분할 수 있다. 이미지 전역에서 추출한 특성값을 사용할 경우에는 이미지의 전체적인 특성은 비교가 되지만, 해당 이미지에서 사용자가 관심을 갖는 부분에 대한 정보가 없어 사용자가 관심을 갖는 부분이 포함되지 않은 이미지가 검색될 수도 있다는 단점이 있다. 따라서 이미지에서 사용자가 관심을 갖는 영역(Region-of-interest, ROI)의 특성값을 추출하고 이를 중심으로 검색할 경우 사용자가 원하는 결과에 보다 근접할 수 있다. 이를 관심영역 기반 이미지 검색이라고 하며, 사용자가 관심영역을 하나만 선택하거나 [2], 여러 영역을 선택하도록 할 수 있다[3,4].

이미지 검색을 효율적으로 수행하기 위해서는 사전에 이미지의 특성값을 추출하여 저장해놓아야 한다. 따라서 사용자의 관심영역에 대한 이미지 특성값을 미리 추출하기 위해서는 Tian의 연구[2]에서와 같이 이미지를 일정 크기의 블록으로 구분하여 활용하는 것이 효율적이다. 기존의 영역기반 검색에서는 검색 대상 이미지에서 질의 이미지의 영역과 다른 위치의 블록은 고려하지 않거나[2] 사용자가 직접 관심 영역을 선택할 수 없도록 하였다[3].

사용자가 선택한 관심영역 기반으로 이미지를 검색하기 위해서는 사용자가 관심 영역을 선택할 수 있어야 하고, 다중 관심영역을 사용하는 경우 영역의 위치도 고려하여 이미지의 유사도를 측정해야 한다. 본 논문에서는 이와 같은 조건을 반영하여 다중 관심영역의 특성값과 위치를 기반으로 이미지를 검색하는 방법을 제안한다. 이미지의 특성을 추출하는 방법으로는 MPEG-7의 컬러 기반 기술자중 Dominant Color Descriptor (DCD)를 이용한다. 실험결과 제안한 방법은 전역 이미지 검색이나 [2,3]와 같이 동일한 위치의 블록만 비교하는 경우보다 높은 성능을 나타냈다.

Ⅱ. 관련 연구

내용기반으로 이미지를 검색하기 위해서는 이미지의 특성값을 추출해서 비교해야 한다. 내용기반 이미지 검색에서 이미지의 특

성값을 추출할 때 이미지 전역에서 추출한 특성값만 비교할 경우 사용자가 관심을 갖는 부분에 대한 유사성을 비교하지 못한다는 단점이 있다. 따라서 사용자가 관심을 갖는 영역의 특성값을 추출하여 이미지의 유사도를 비교하는 방법들이 제안되었다.

Tian의 연구[2]는 이미지를 일정한 크기의 블록으로 구분하고 사용자가 선택한 영역과 블록이 겹치는 비중을 반영하여 식(1)을 사용하여 이미지의 유사도를 측정하였다.

$$D_j(Q, T_j) = \sum_n \sum_i W_{n,i} S_j(n,i), j = 1,...,N \qquad (1)$$

식(1)은 질의 이미지 Q와 DB의 j번째 이미지 T_j를 n개의 블록으로 구분하고, 각 블록에서 i개의 특성값을 추출하고 이를 비교하여 이미지의 유사도를 측정한 것이다. N은 전체 이미지 개수이고, $S_j(n,i)$는 Q와 T_j의 n번째 블록의 i번째 특성값의 거리를 측정하는 함수다. $W_{n,i}$는 n번째 블록의 i번째 속성의 가중치다. 즉, 각 블록의 유사도를 측정하고 비중에 따라 유사도를 합산한 것이다. 그러나 이 연구에서는 대상 이미지에서 질의 이미지와 같은 위치에 있는 블록의 유사도만 측정하여 검색하였다는 단점이 있다. 이럴 경우 사용자가 관심을 갖는 영역과 유사한 블록이 다른 위치에 있을 경우 검색결과에 포함되지 않는다는 문제가 있다.

Prasad의 연구[3]는 도미넌트 컬러를 사용하여 자동으로 이미지를 영역으로 구분하였다. 이 연구에서는 영역의 색상과 모양, 위치를 함께 고려하여 해시 색인을 생성한 후 검색을 수행한다. 이 연구는 영역을 색인할 때 이미지를 3x3의 블록으로 구분한 후 영역이 가장 많이 위치한 블록의 번호를 위치로 지정하였다. 위치를 색인 번호로 비교하므로 영역을 고정된 위치에서만 고려하여 비교하고 있는 것이다. 이 연구는 사용자가 직접 ROI를 선택할 수 없다는 것과 고정 위치의 비교만 수행한다는 단점을 가지고 있다.

Moghaddam의 연구[4]는 사용자가 다중 ROI를 선택할 수 있도록 하였으며, ROI와 다른 위치의 블록도 검색한다. 또한, 대상 이미지에서 질의 이미지의 다중 ROI의 위치와 대응하는 블록들의 위치가 같은지를 비교하여 반영하였다. 이 연구에서는 질의 이미지와 대상 이미지에서 관심영역 사이의 거리를 bipolar sigmoid 함수와 sin함수의 값으로 환산하여 측정하였다. 그러나 이는 질의 이미지의 관심영역의 위치에 대응하는 대상 이미지의 블록의 위치가 같은지 다른지만 알려줄 뿐 보다 자세한 유사도를 계산하지는 못한다는 문제가 있다.

사용자가 관심을 갖는 영역을 중심으로 이미지를 검색하기 위해서는 사용자가 직접 관심있는 영역을 선택할 수 있어야 하고, 다른 위치의 영역도 비교함으로써 검색결과의 효과성을 높일 수 있어야 한다. 본 논문에서는 기존 연구의 단점을 보완하는 새로운 방법을 제안한다.

III. 다중 관심영역기반 이미지 검색방법

관심영역 기반으로 이미지를 검색하기 위해서는 사용자가 선택한 관심 영역의 특성값을 추출하고 이를 검색 대상 이미지의 특성값과 비교해야 한다. 사용자가 선택하는 관심영역은 이미지의 일부 영역이므로 [2]와 같이 이미지를 일정 크기의 블록으로 구분하여 특성값을 추출하는 것이 효과적이다. 그러나 사용자가 임의로 선택한 관심영역은 기존에 나누어진 블록의 위치나 크기와 동일하지 않을 수 있다. 이미지 검색은 정확하게 일치하는 것이 아니라 유사한 이미지를 검색하는 것이므로 관심영역과 중첩되는 블록을 선택할 때 관심영역과 근소하게 겹치는 경우까지 모두 반영하지 않아도 된다. 따라서, 본 논문에서는 임계치 이상의 부분이 관심영역과 겹치는 블록을 선택하는 방법을 제안한다.

사용자가 관심영역을 하나가 아니라 여러 개 선택할 수 있는데, 이 경우에는 다른 고려사항이 있다. 한 개의 관심영역과 달리 여러 개의 관심영역을 지정할 경우 사용자의 입장에서는 관심영역의 위치가 검색에 있어 중요한 요소가 될 수 있다. 관심영역의 위치를 비교할 때 Prasad의 연구[3]에서와 같이 관심영역 사이의 절대 위치만 비교하면 유사한 위치에 분포되어 있는 관심영역은 검색할 수 없다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 다중 관심영역을 이용하여 이미지를 검색할 때 관심영역간의 상대적인 위치를 비교하는 방법을 제안한다. 이미지 검색은 유사한 이미지를 검색하는 것이므로 관심영역 사이의 상대적인 위치는 정확한 방향과 거리의 측정이 아니라 대략적인 방향만 일치하면 된다. 본 논문에서는 관심영역의 대략적인 위치 파악을 위해 기준 관심영역의 위치를 중심으로 상대적 위치를 그림 1과 같이 8곳으로 구분하여 측정한다.

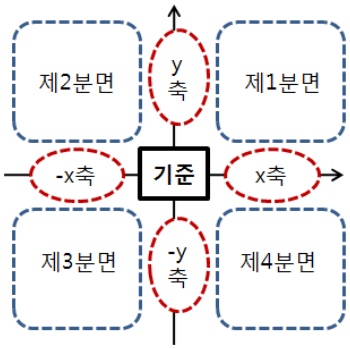

그림 1. 관심영역의 상대적 위치 8곳
Fig. 1. Eight Relative Location of ROI

관심영역간의 특성값과 위치 비교는 식(2)를 이용하여 측정한다.

$$D(R^s, T_j) = \sum_{k=1}^{r} D(R_k, T_j) \times \sum_{k=1}^{r-1} LD(R_k, T_{jk}) \qquad (2)$$

식(2)에서 R^s는 다중 관심영역을 의미하며, r은 관심영역의 개수이다. 식(2)의 $\sum_{k=1}^{s} D(R_k, T_j)$ 은 식(3)을 이용하여 각 관심영역별로 유사도를 측정하여 합산한 것이다.

$$D(R, T_j) = \min(S_i(R_b, T_{jb})), j = 1,...,N, i = 1,...,m \qquad (3)$$

식(3)의 R_b는 질의이미지에서 관심영역과 중첩되는 블록의 집

합이고, T_{jb}는 대상 이미지의 블록의 집합을 뜻한다. $S_i(R_b, T_{jb})$는 R_b와 대상 이미지(T_j)의 각 블록(T_{jb}) 유사도를 측정한다. 블록의 유사도 측정은 사용하는 속성에 따른 유사도 측정방법을 적용한다. 유사도 측정은 블록의 위치에 따라 m번 비교하여 가장 가까운 블록과의 거리를 적용한다. 식(2)에서 $LD(R_k, T_{jk})$는 관심영역간의 상대적 위치를 식(4)를 사용하여 비교한다.

$$LD(R_k, T_{jk}) = \begin{cases} 1, & \text{상대적 위치가 같을 때} \\ 5, & \text{상대적 위치가 다를 때} \end{cases} \quad (4)$$

즉, 식(4)에서 관심영역간의 상대적 위치가 다르면 거리가 5배로 증가하여 검색결과에서 제외되는 것이다.

Ⅳ. 실험 및 결과분석

1. 실험환경과 성능평가 방법

본 논문의 실험에서는 관심영역의 유사도 측정을 위한 특성값으로 MPEG-7의 도미넌트 컬러 기술자(DCD)를 사용한다. MPEG-7 실험 모델(Experiment Model, XM)을 바탕으로 블록 기반으로 DCD를 추출하고 식(3)의 $S_i(R_b, T_{jb})$에 적용하여 유사도를 측정하였다. 실험 데이터로는 "The INRIA Holidays dataset"과 University of Washington의 “Object and Concept Recognition for Content- Based Image Retrieval[6]” 연구에서 사용하는 이미지 데이터를 포함하여 총 3,077개를 수집하였고, 이 중 질의 이미지를 50개 선정하였다.

본 실험의 성능평가는 이미지를 검색한 결과를 ground truth와 비교하여 MPEG-7에서 제시한 성능평가 방법인 ANMRR (Average Normalized Modified Retrieval Rank)[5]를 사용한다. ANMRR은 단순히 검색 결과에 정답이 검색되었는지 뿐만 아니라 검색 결과 중 정답의 순위를 측정한다. ANMRR은 낮을수록 성능이 좋은 것이다.

2. 실험결과 분석

실험은 [3]에서와 같이 다중 관심영역이면서 동일 위치만 비교하는 경우와 [4]에서와 같이 관심영역의 위치가 같은지 다른지만 판단하는 경우, 그리고 본 논문에서 제안한 관심영역간의 상대적인 위치를 고려하는 3가지 방법을 비교하였다. 본 실험에서는 그림 2와 같이 각 질의 이미지별로 임의의 영역을 관심영역으로 선택하였는데, 이미지에 따라 2~3개를 선택하였다.

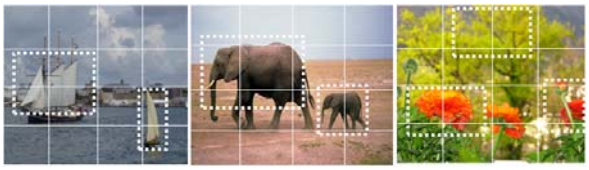

그림 2. 다중 관심영역 선택 예
Fig. 2. Examples of Multiple ROI

다중 관심영역 기반으로 실험 대상 이미지를 검색한 결과는 그림 3과 같다. 그림2의 세번째 이미지에 대한 검색결과를 그림 4에 첨부하였다.

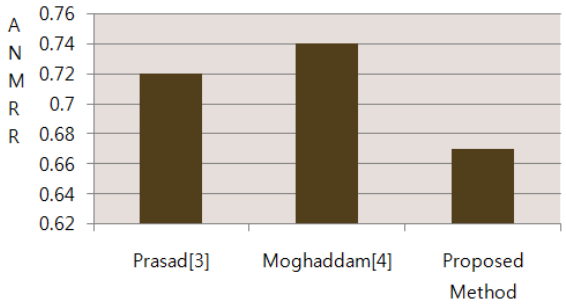

그림 3. 다중 관심영역 기반 검색 실험결과(ANMRR)
Fig. 3. Experimental Result of Multiple ROI based Image Retrieval(ANMRR)

그림 3의 실험결과를 보면 본 논문에서 제안한 방법으로 검색한 결과가 ANMRR이 0.67로 가장 좋은 검색 성능을 나타냈다. 이는 고정 위치 검색 방법[3]에 비해 검색 성능은 6.9% 향상되었으며, Moghaddam의 방법[4]에 비해서는 9.5%의 성능 향상을 나타낸 것이다. 이는 관심영역 사이의 상대적 위치를 고려하는 방법이 다중 관심영역을 이용하는 검색에서 유용함을 증명한다. Moghaddam의 방법[4]이 고정 위치 검색 방법[3]보다 검색 성능이 나쁜 것은 고정 위치에 유사한 이미지가 많은 데이터의 특성 때문이기도 하지만 이 방법에서 사용한 거리 계산 방법 자체에 문제가 있음을 의미한다.

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 다중 관심영역의 특성값과 위치를 기반으로 이미지를 검색하는 방법을 제안하고 실험을 통해 검증하였다. 사용자가 선택한 관심영역과 겹치는 블록의 특성값을 추출하고 이를 검색 대상 이미지의 특성값과 비교하여 유사도를 측정하였다. 이미지의 유사도와 함께 관심영역으로 선택된 블록들의 위치 변화를 고려하기 위해서 유사도가 가장 높은 블록과의 위치를 비교하였다. 관심영역과 겹치는 블록은 임계치 이상 중복되는 블록으로 선택하였고, 이미지의 유사도는 MPEG-7 DCD를 이용하였다. 블록의 위치비교는 새로운 방법을 제안하였다.

실험결과 제안한 방법은 동일한 위치의 블록만 비교하는 경우[3]나 블록의 위치가 같은지 다른지만 비교하는 경우[4]보다 높은 성능을 나타냈다. 본 논문에서 제안한 방법은 영역 기반의 이미지 검색 방법에 유용하게 적용할 수 있을 것으로 보인다. 본 논문에서는 이미지의 특성값으로 DCD만 사용하였다. 그러나 컬러 외에 텍스처나 객체의 모양(shape) 등 여러 가지 특성값을 적절하게 반영하는 검색 방법이 추가적으로 연구되어야 한다.

참고문헌

[1] L.M. Po, and K.M. Wong, “A New Palette Histogram Similarity Measure for MPEG-7 Dominant Color Descriptor,” Proc. of IEEE Int. Conf. on Image Processing(ICIP'04), pp.1533-1536, 2004.

[2] Q. Tian, Y. Wu, and T.S. Huang, “Combine User Defined Region-of-Interest and Spatial Layout for Image Retrieval”, Proc. of IEEE Int. Conf. on Image Processing(ICIP'2000), vol.3, pp.746-749, 2000.

[3] B.G. Prasad, K.K. Biswas, and S.K. Gupta, “Region-Based Image Retrieval using Integrated Color, Shape and Location Index,” Computer Vision and Image Understanding, vol94, pp.193-233, 2004.

[4] B. Moghaddam, H. Biermann, and D. Margaritis, “Regions-of-Interest and Spatial Layout for Content-Based Image Retrieval,” Multimedia Tools and Applications, vol.14, no.2, pp.201-210, 2001.

[5] B.S. Manjunath, P. Salembier, and T. Sikore, Introduction to MPEG-7 Multimedia Content Description Interface, John Wiley & Sons Ltd., England, 2002.

[6] H. Jegou, M. Douze and C. Schmid, “Hamming Embedding and Weak geometry consistency for large scale image search,” Proc. of the 10th European conference on Computer vision, 2008.

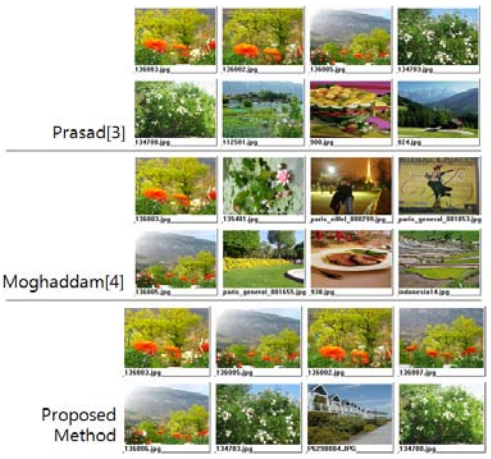

그림 4. 다중 관심영역 기반 검색 결과 비교
Fig. 4. Comparison of Image Retrieval Result