

자동 객체 영역 추출과 GLCM 기반 Texture특징을 이용한 영상 검색 시스템 구현

*김성빈

성균관대학교 정보통신공학부

*ok_biny@naver.com

Implementation of Image-Retrieval System Using Automatic Object Region Extraction and Property of GLCM-based Texture

*Kim, Seong-bin

School of Information and Communication Engineering Sungkyunkwan University

요약

본 논문에서는 최근 IT 기술의 발전에 따라 무수히 양산되고 있는 멀티미디어 데이터를 효율적으로 검색하기 위한 방법을 제안한다. 영상 검색 시스템에 사용되는 데이터베이스(DB) 영상들에 존재하는 각 객체들의 존재 영역을 기반으로 질의 영상(query image)의 객체 영역을 추정해서 검색에 활용하는 것이다. 이는 질의 영상의 전체 영역으로부터 객체를 추정하는 것보다 데이터베이스 영상들로부터 추출한 통계적 객체 분포 범위를 기반으로 추정하기 때문에 빨리 객체 추출이 가능하도록 한다. 따라서 객체를 추출하기 위한 배경 지식이나, 사용자 입력이 전혀 필요 없다. 이렇게 추출된 객체 영역의 영상들로부터 GLCM 알고리즘을 이용해서 객체 영역의 특징이 잘 반영된 질감 특징 값을 바탕으로 검색에 활용 할 경우 원본 영상의 질감 특징을 활용한 경우보다, 객체의 질감 특징을 더 잘 반영한다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

1. 서론

정보 통신 기술의 발전과 다양한 기기의 출현으로 멀티미디어 정보가 넘쳐나고 있다. 이에 누구나 쉽게 멀티미디어 정보를 생산할 수 있고, 가공이 가능해 졌기 때문에 정보의 양이 급격하게 증가하고 있고, 유사성도 증가하고 있는 게 현실이다. 이에 따라 영상 데이터 정보에 대한 체계적인 분류 및 관리의 필요성을 인식하게 되었으며, 필요한 정보를 효과적으로 검색하기 위한 방법들에 대해서 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 영상 데이터에 대한 특징을 추출해서 검색에 활용을 하고 있는데, 영상 내용을 분석하여 칼라 정보를 이용하거나, 질감 특징을 이용하여 유사한 영상을 검색하는 내용 기반 영상 검색(content-based image retrieval, CBIR)이 발전하고 있다.

최근의 영상 검색은 찾고자 하는 영상을 자동으로 검색하기 위한 성능 향상을 위해 전체 영역을 기반으로 하지 않고, 관심 영역 또는 관심 객체를 근거로 해서 검색에 활용하는 방법이 연구 중이다. 이는 주요 객체 단위나 영역 단위로 연산이 수행되기 때문에 검색 성능의 향상과 인덱싱에도 활용 될 수 있는 장점이 있다.

질감(texture) 특징을 활용하는 방법은 Haralick et al.(1973)에 의해 제안된 GLCM(Gray Level Co-occurrence Matrix)을 통해 체계화 되었는데, 최근에도 질감 생성 알고리즘의 개발과 알고리즘에 대한 비교는 계속 관심 있는 연구 주제이다.

본 논문에서는 질의 영상(query image)의 객체를 추출하는데 있어 데이터베이스 영상들에 존재하는 객체들의 확률적 분포 범위를 기반으로 객체 영역을 추정하고, 추출한다. 그리고 객체 영역들의 확률적 분포 범위를 나타내는 커널을 통해 생성된 영상으로부터 질감 특징을 분석한다.

본 논문은 2장에서 기존 연구 방법에 대해서 알아보고, 본 논문에

서 제안하는 방법에 대해서 설명한다. 3장에서는 커널을 통해 생성된 영상들의 질감 특징을 이용한 검색 성능 결과를 확인하고, 4장에서는 결론과 향후 연구 방향에 대해서 제시한다.

2. 본론

가. 객체의 추출

일반적으로 영상의 정보는 특정 객체나 영역을 기반으로 구성된다. 따라서 영상으로부터 객체를 추출하거나, 특징 영역을 추출하여 검색에 활용하는 연구가 계속 되고 있다. 관심 객체가 중심에 있다는 가정 하에 객체를 추출하는 연구[1]도 있었으며, 특징 영역을 분할하는 방법[2]도 있었다. 이러한 방법은 객체의 위치가 영상의 중앙에서 벗어나거나, 배경 영상이 임의의 패턴을 가진 경우에 불필요한 영역이 포함되는 문제점이 있다. 또한, 객체를 추출하는데 있어 사용자 선택을 입력 받음으로써, 객체 추출을 완성해 나가는 방법[3]도 있으나, 이는 다양한 색상의 영상이나 패턴을 가진 영상에서는 반복적인 작업이 요구된다는 단점이 있다.

본 논문에서는 객체가 존재하는 영상 데이터베이스에 대해서 각각의 객체 존재 영역을 이진화 영상으로 변환하고, 누적하여 생성된 영상 커널을 바탕으로, 질의 영상의 객체 존재 가능 영역을 추정하고, 그 커널을 통해 생성된 영상의 영역에 대해서 질감 특징을 활용하여 검색하는 방법을 제안한다. 따라서 영상들로부터 객체를 임의로 추출한 영상을 이진화 영상으로 변환하여 각 객체의 존재 영역을 정의하였다. 그 영상은 다음 그림과 같다.

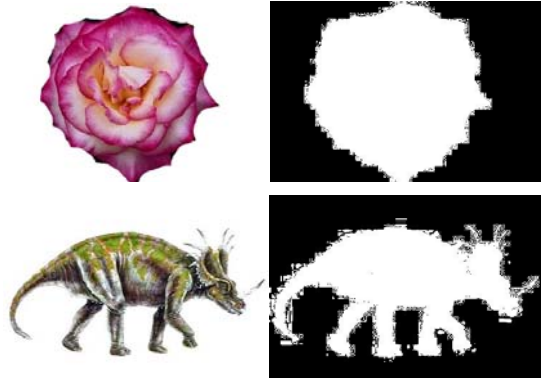


그림 1. 수동으로 추출된 객체와 그 이진화 영상

각각의 추출된 객체 영상들을 이진화 객체 영역 영상으로 변환한 다음 그 영상들을 크기에 따라 누적 시킨다. 이렇게 누적된 영상은 데이터베이스 영상들의 영상 크기에 따라 객체 존재 영역을 전부 포함하는 영역일 것이다. 이렇게 누적된 영상은 그 겹치는 정도에 따라 다양한 밝기 값을 가지는 gray 영상이 되며, 그 밝기 값은 각 화소단위 별로 객체가 존재하는 확률을 의미하게 된다. 이 이진화 영상은 질의 영상으로부터 객체 영역을 추정하는 필터역할을 하는 것이다.

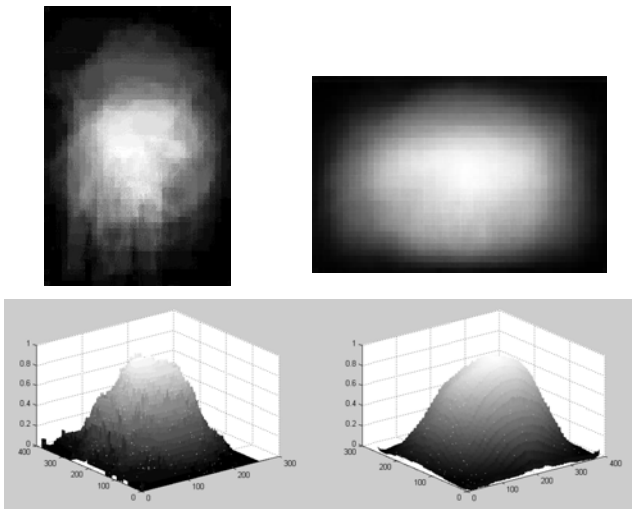


그림 2. 누적된 객체 영역 이진화 영상

누적된 이진화 영상과 질의 영상과의 연산을 수행해서 객체 영역을 정의한다. $E(i,j)$ 는 추정된 객체 영역 영상이고, $Q(i,j)$ 는 질의 영상, $F(i,j)$ 는 이진화 필터 영상이다.

$$E(i,j) = Q(i,j) \otimes F(i,j) \quad (1)$$

그림 3은 위의 방법으로 생성된 객체 영역을 추정한 영상들이다.

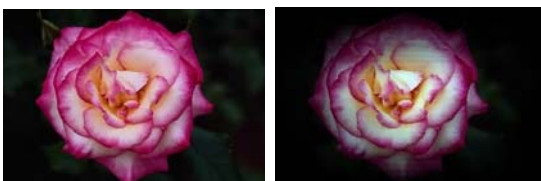


그림 3. 질의 영상과 필터에 의해 추출된 영상

데이터베이스에 근거한 객체 영역을 정의하고, 그 영역을 기반으로 질의 영상에 대해 객체 영역을 정의한 영상은 객체의 관심 영역을 임의로 정하지 않고 데이터베이스에 근거하기 때문에 객관화 시킬 수 있다는 장점이 있다.

나. GLCM 알고리즘

GLCM 알고리즘은 현재 화소와 그 이웃하는 화소의 밝기 값의 관계를 평균, 대비, 상관관계 등과 같은 기본적인 통계량으로 계산하여, 다시 그 계산 값을 커널내의 중심 화소에 새로운 밝기 값으로 할당해서 표현하며 입력 영상의 부분적인 질감 특징으로 표현하는 기법이다.

밝기 등급을 2, 8, 16 밝기 등급으로 조정하는 양자화 과정은 GLCM 계산 시에 적용되는 커널의 크기를 결정하는 변수로 작용한다. 양자화 과정에서 256 밝기 등급을 조정하지 않을 경우 한 화소 값에 대해서 256 X 256 크기의 발생 빈도 행렬 유형의 커널이 필요하므로 전체 연산 시간이 크게 늘어나고 저장 공간도 많이 필요하게 된다. 더불어 공간 특성이 부각되지 못하는 경우도 있으므로 양자화 과정을 선행하게 되는 것이다.[4]

발생 빈도로 표현된 행렬에서는 화소간 방향을 기본적으로 아래와 같이 4가지로 정의한다.

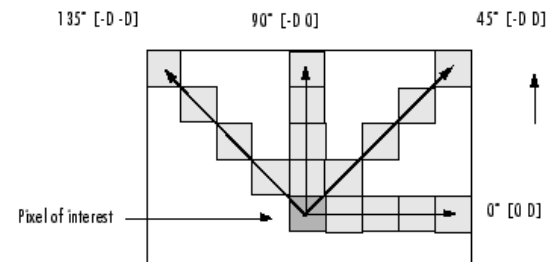


그림 4. Co-occurrence matrix directions

질감 특징을 결정하는 통계 값의 계산은 다음과 같은 Contrast, Correlation, Energy, Homogeneity 등으로 구분할 수 있다.

$$Contrast = \sum_{i,j} |i-j|^2 p(i,j) \quad (2)$$

$$Correlation = \sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p^2(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (3)$$

$$Energy = \sum_{i,j} p(i,j)^2 \quad (4)$$

$$Homogeneity = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+|i-j|} \quad (5)$$

본 논문에서는 인접 화소들과의 상관관계를 나타내는 값인 correlation 값을 활용한다. correlation값의 범위는 -1에서 1이며, 1인 경우는 완벽하게 positively correlated 라고 할 수 있으며, -1인 경우는 완전히 negatively correlated 되었다고 할 수 있다. constant 영상의 경우에는 correlation 값이 존재하지 않는다.

3. 실험 결과

본 논문에서 사용한 영상은 "SIMPLcity:Semantics-sensitive Integrated Matching for Picture Libraries"[5]에서 다른 주제의 영상 100개씩 400개의 영상을 가지고 진행하였다. <http://wang.ist.psu.edu/docs/related.html> 로부터 다운받은 영상의 일부이다.

표 1. 테스트 영상의 종류 및 특성

분류	영상	객체 특성	개수
1	버스	중앙위치, 네모형	100
2	공룡	중앙위치, 다각형	100
3	코끼리	1개이상 객체	100
4	꽃	중앙위치, 원형	100

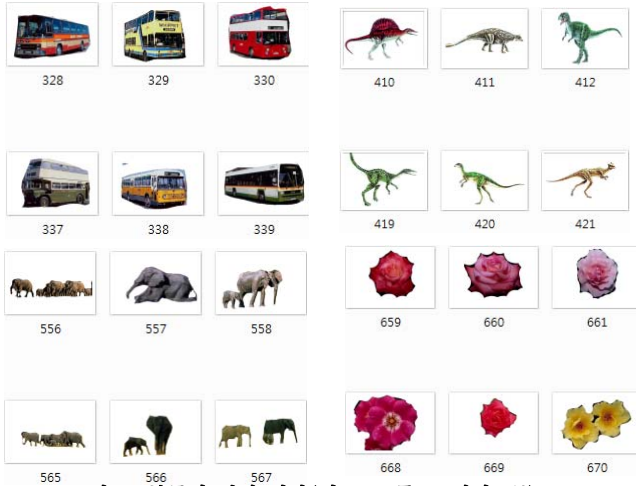


그림 5. 분류별 실험 영상(버스, 공룡, 코끼리, 꽃)

각 분류별 영상의 객체는 수동으로 추출하였으며, 이를 근거로 객체의 존재 영역을 나타내도록 하였다. 그리고 객체를 추출함에 있어 객관성을 유지하기 위해서 객체의 특성을 다변화 하였다. 데이터베이스 영상들의 객체 영역으로부터 생성된 커널을 통해 질의 영상의 객체 영역은 다음과 같다.

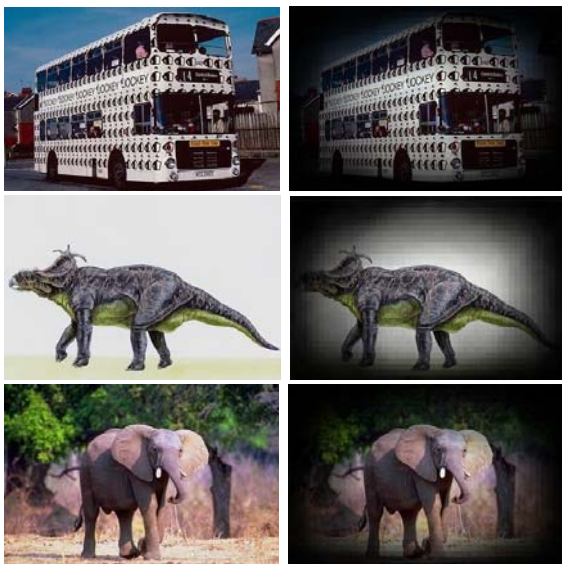


그림 6. 분류별 질의 영상과 전 처리된 영상

추출된 영상에 대한 정량적인 분석을 위해 GLCM 알고리즘을 이용하여 correlation을 계산하였다. 본 논문에서 제시한 방법은 데이터베이스 영상들의 객체 존재영역에 대한 확률 값을 바탕으로 질의 영상을 전 처리하였기 때문에 상대적으로 배경영역의 화소 값은 0에 가깝게 설정되었다. 발생 빈도를 측정하기 위한 화소간의 방향은 0도방향

으로 하였으며, 화소간의 거리는 1에서 영상의 최대 거리까지 하였다. 실험 결과 correlation 계산시 상대적으로 객체 영역들 간의 상관관계를 더 잘 반영한 결과를 나타낸다고 볼 수 있다.

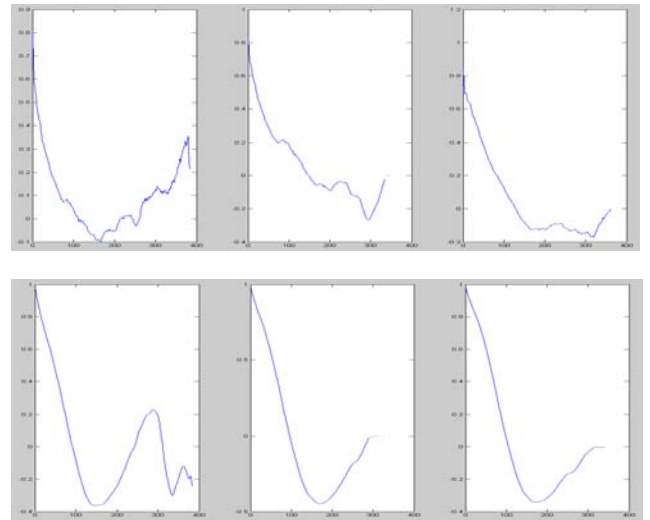


그림 7. correlation values (원본영상, 객체영상, 전 처리 영상)

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 칼라 영상의 객체 영역을 추정하는 방법에 있어 데이터베이스 영상들의 객체 영역을 기반으로 하는 확률적 추정 방법을 제안하였으며, 이 제안된 방법으로 전 처리된 영상으로부터 질감 특징을 활용하여 검색하는 것이 원본 영상의 객체의 질감 특징을 더 잘 반영한 것으로 확인 되었다. 객체가 비교적 단순한 형태로 존재할 경우 높은 근접성을 나타내지만, 복잡한 모양의 경우 다소 성능이 저하됨을 알 수 있는데, 객체 모양의 영역을 좀 더 정확하게 추정하는 방법을 지속적으로 연구할 예정이다.

참고 문헌

- [1]S.Kim, S. Park, and M. Kim. "Central Object Extraction for object-Based Image Retrieval." *Int'l Conf. on Image and Video Retrieval*, LNCS Vol. 2728. Pp.39~49. 2003.
- [2]E.L.Andrade, J.C. Woods, E.Khan, M.Ghanbari. "Region-Based Analysis and Retrieval for Tracking of Semantic Objects and Provision of Augmented Information in Interactive Sport Scenes," *IEE Transactions on Multimedia*, Vol.7, No.6, December 2005.
- [3] Ediz Saykoly Ugur Gudukbay and Ozgur Ulusoy. "A Semi-Automatic Object Extraction Tool for Querying in Multimedia Databases"
- [4] Hall-Beyer, M.,2004. GLCM Texture: A Tutorial v.2.7.1, online document, http://www.ocalgray.ca/~mhallbey/Texture/Texture_tutorial.html.
- [5]James Z.Wang, Jia Li and Gio Wiederhold, "SIMPLcity:Semantics-Sensitive Integrated Matching for Picture Libraries," *IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.23, no.9, pp 947-963, 2001.