

# 에지 디스크립션 템플릿을 이용한 개념기반 이미지 검색

최재훈<sup>0</sup>, 박성희, 박수준, 강희범  
한국전자통신연구원  
{jhchoi<sup>0</sup>, sunghee, psj, khb63244}@etri.re.kr

## A Concept-Based Image Retrieval with Edge Description Templates

Jae-Hun Choi<sup>0</sup>, Sung-Hee Park, Soo-Jun Park, Hee-Beom Kang  
Electronic Telecommunication Research Institute(ETRI)

### 요 약

본 논문에서는 에지 디스크립션 템플릿을 이용한 개념기반 이미지 검색 모델을 제안한다. 이 모델은 하나의 개념과 관련된 여러 형태의 이미지 템플릿들을 명시한 지식베이스를 채용한다. 여기서, 이미지 템플릿은 MPEG-7 국제 표준으로 채택된 에지 히스토그램 디스크립션 방법으로 표현된다. 따라서, 하나의 이미지는 자신의 에지 히스토그램과 유사한 템플릿을 가지는 개념으로 색인될 수 있기 때문에 이 모델은 방대한 이미지에 대한 자동 색인과 개념기반 검색을 지원할 수 있다.

### 1. 서론

기존의 이미지 검색은 크게 주석기반 모델(annotation-based model)과 내용기반 모델(content-based image retrieval)로 분류된다[1]. 전자에서는 모든 이미지에 대해 주석을 전문가가 직접 기술하기 때문에 텍스트 정보 검색 기술을 이용하여 이미지를 색인하고 검색할 수 있다. 즉, 사용자 질의에 표현된 개념으로 색인된 이미지를 검색할 수 있는 개념기반 검색을 지원하여 초기 이미지 검색 시스템에서 많이 채용한 모델이다. 특히, 이 모델은 기존의 텍스트 정보 검색 기술을 그대로 이용할 수 있기 때문에 구현이 쉽고 비교적 높은 검색 성능을 나타낸다는 장점을 가지고 있다. 그러나, 이미지 색인을 위해 주석을 전문가가 직접 기술해야 하기 때문에 검색 이미지가 방대해짐에 따라 많은 색인 비용을 요구하는 단점을 가지고 있다. 주석기반 검색을 지원하는 대표적인 시스템으로는 StreamBox, VisualSEEK, WebSeek, Virage, Chabot 등이 있으며, 이들은 내용기반 검색 역시 동시에 지원하고 있다.

반면, 후자에서는 이미지로부터 에지, 컬러, 텍스처 등과 같은 특징 정보를 자동으로 추출하여 색인한 다음, 사용자 질의로 제시되는 이미지의 특징들과 매칭함으로써 관련 이

미지를 검색한다. 대표적으로 Photobook에서는 사용자 질의로 주어진 하나의 이미지(query by examples)와 유사한 특징으로 색인된 이미지를 검색하고 있다. 또한, QBIC에서는 사용자가 대략적인 스케치를 통해 질의를 표현하면, 이 질의 스케치와 유사한 컬러 배치 또는 에지 정보를 가진 이미지를 검색하고 있다(query by sketches). 그러나, 이 시스템들은 이미지를 자동으로 색인할 수 있다는 장점을 가지고 있지만 단지 이미지를 특정 정보들만으로 색인하고 검색하기 때문에 사용자의 개념 질의를 처리할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 즉, “자동차”에 대한 이미지들을 검색하기 위해 사용자가 직접 “승용차”, “버스” 또는 “트럭” 이미지를 제시하여 검색해야 한다.

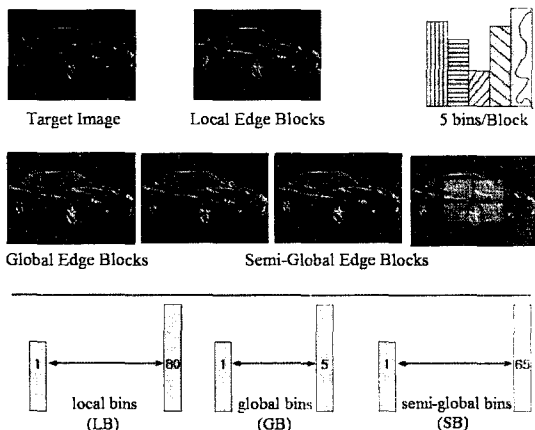
본 논문에서는 에지 디스크립션 템플릿을 이용하여 이미지를 개념기반으로 색인하고 검색할 수 있는 모델을 제안한다. 이 모델은 특정 개념을 이미지 템플릿들로 표현하는 지식베이스를 이용한다. 이때, 이미지 템플릿들은 MPEG-7 국제 표준으로 채택된 에지 히스토그램 디스크립터로 명시된다[2]. 따라서, 이미지들은 이 지식베이스를 통해 특정 개념으로 자동 색인될 수 있으며, 텍스트 정보 검색과 같이 개념적으로 표현된 사용자 질의를 통해 관련 이미지들을 검색할 수 있다.

2. 에지 디스크립션 템플릿을 이용한 지식베이스

이 절에서는 먼저 MPEG-7 표준으로 채택된 에지 히스토그램 디스크립터와 이것을 이용하여 구축되는 에지 디스크립션 템플릿 지식베이스에 대해 설명한다.

2.1 에지 히스토그램 디스크립터

MPEG-7 에지 히스토그램을 표현하기 위해 하나의 이미지는 여러 개의 블록(block)으로 분할되며, 각각의 블록에 대한 디스크립터는 5개의 에지 빈(bin)으로 구성된다. 또한, 하나의 블록을 이루는 빈들은 네 개의 방향성 에지(수직, 수평, 45°, 135°) 그리고 한 개의 비방향성 에지로 표현된다[2].



[그림 1] 에지 히스토그램

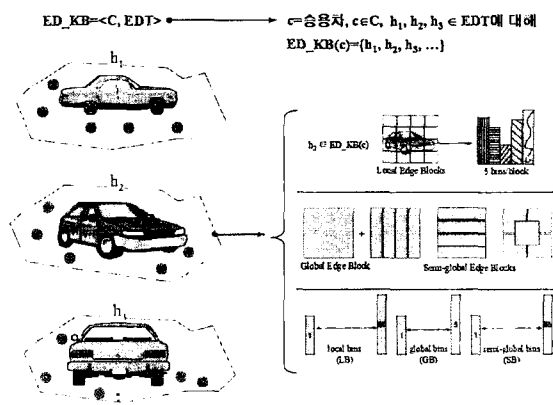
[그림 1]은 하나의 이미지에 대한 에지 히스토그램의 예를 나타내고 있다. 즉, 이미지 블록은 16개의 국부 에지 블록, 1개의 전역 에지 블록 그리고 13개의 부분 전역 에지 블록으로 나누어지며, 모든 블록은 5개의 빈으로 구성된다. 따라서, 16개의 국부 에지 블록은 80개의 빈(LB: Local Bin), 1개의 전역 에지 블록은 5개의 빈(GB: Global Bin) 그리고 13개의 부분 전역 에지 블록은 65개의 빈(SB: Semi-global Bin)으로 표현된다.

2.2 에지 디스크립션 템플릿 지식베이스

지식베이스는 하나의 개념과 관련된 이미지들의 에지 히스토그램에 대한 템플릿들의 집합으로 아래와 같이 표현될 수 있다.

$$ED\_KB = \langle C, EDT \rangle$$

여기서, C는 모든 개념들의 집합, EDT는 이 개념들에 대한 모든 에지 디스크립션 템플릿들의 집합이다. 따라서, 하나의 개념  $c \in C$ 에 대한 템플릿  $h \in ED\_KB(c)$ 와 같이 표현할 수 있다.



[그림 2] 에지 디스크립션 템플릿 지식베이스

[그림 2]은 개념  $c = \text{“승용차”}$ 에 대한 에지 디스크립션 템플릿  $ED\_KB(c)$ 의 예를 나타내고 있다. 즉, “자동차”에 대해 에지 디스크립션 템플릿  $h_1, h_2, h_3, \dots \in EDT$ 이 존재하며, 각각의 템플릿은 하나의 에지 히스토그램으로 표현된다.

이 에지 디스크립션 템플릿 지식베이스를 구축하기 위해 먼저 하나의 개념과 관련된 학습 이미지들을 수집하고, 이들에 대한 에지 히스토그램을 추출한다. 다음으로 이미지들에 대한 에지 히스토그램들을 클러스터링하여 에지 디스크립션 템플릿을 생성한다. 여기서, 각각의 클러스터는 특정 개념에 대한 하나의 템플릿이며, 이것은 클러스터를 이루는 각각의 에지 히스토그램들에 대한 평균으로 평가된다. 학습 이미지들에 대한 에지 히스토그램들을 클러스터링하기 위해 Average Linkage Method[3]와 같은 다양한 방법이 이용될 수 있으며, 두 에지 히스토그램  $h$ 과  $h'$  사이의 차이  $dist(h, h')$ 와 유사도  $sim(h, h')$ 는 각각 아래 식을 통해 평가될 수 있다.

$$dist(h, h') = \sum_{i=1}^{80} |LB(h[i]) - LB(h'[i])| + 5 \times \sum_{j=1}^5 |GB(h[j]) - GB(h'[j])| + \sum_{k=1}^{65} |SB(h[k]) - SB(h'[k])|$$

$$sim(h, h') = e^{-\lambda \cdot dist(h, h')}$$

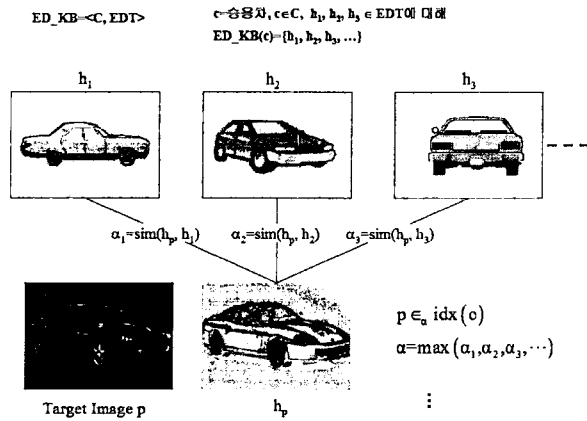
여기서, 에지 히스토그램  $h$ 에 대한  $LB(h[i])$ ,  $GB(h[j])$  그리고  $SB(h[k])$ 는 국부 블록, 전역 블록 그리고 부분 전역 블록의 각각  $i, j, k$  번째 빈을 나타낸다.

3. 개념 기반 이미지 색인 및 검색

이 절에서는 에지 디스크립션 템플릿 지식베이스를 이용한 개념기반 이미지 색인 및 검색 방법에 대해 설명한다.

3.1 이미지 색인

모든 이미지들은 자신의 에지 히스토그램과 특정 개념의 디스크립션 템플릿에 대한 에지 히스토그램 사이의 관련 정도에 따라 색인된다. 따라서, 하나의 이미지가 경우에 따라 여러 개념들로 색인될 수도 있다.



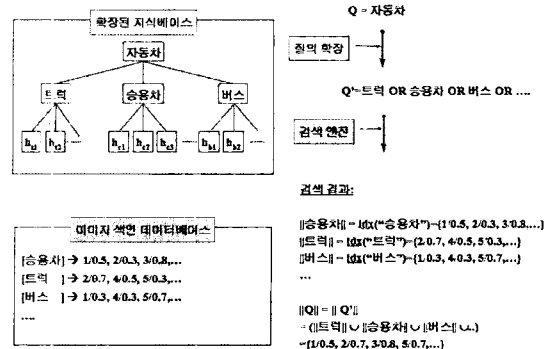
[그림 3] 개념기반 이미지 색인

[그림 3]은 개념 기반 이미지 색인 과정에 대해 설명하고 있다. 개념 c="승용차"에 대한 디스크립션 템플릿의 집합 ED\_KB(c)={h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub>, h<sub>3</sub>, ...}의 각각의 원소와 하나의 이미지 p에 대해 에지 히스토그램 h<sub>p</sub>의 관련 정도를  $\alpha_1 = \text{sim}(h_p, h_1)$ ,  $\alpha_2 = \text{sim}(h_p, h_2)$ ,  $\alpha_3 = \text{sim}(h_p, h_3)$ , ...과 같이 계산할 수 있다. 이때,  $\alpha = \max(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots)$ 가 특정한 임계값  $\beta$  이상일 경우,  $p \in_{\alpha} \text{idx}(c)$ 로 나타낸다. 즉, 이미지 p는 관련 정도  $\alpha$ 로 개념 c에 색인된다. 이때, 적절한 임계값  $\beta$ 는 도메인에 따라 여러 튜닝 과정을 통해 결정될 수 있다.

3.2 이미지 검색

다양한 개념기반 이미지 검색을 위해 지식베이스는 보다 상위 수준까지 확장될 수 있다. 즉, 지식베이스의 개념들을 에지 디스크립션 템플릿들로 표현되는 단말 개념과 이 단말 개념들을 의미적으로 포함하는 상위 개념으로 분류하여 계층적으로 구성함으로써 사용자의 개념 질의를 보다 다양하게 해석할 수 있다. 예를 들어, "자동차"의 하위 개념으로

"버스", "승용차", "트럭" 등이 있을 수 있으며, 이 하위 개념들은 다시 보다 구체적인 의미의 다른 하위 개념들을 가지거나 단말 개념으로 표현될 수 있다.



[그림 4] 개념기반 이미지 검색

[그림 4]는 확장된 지식베이스를 통한 이미지 검색에 대해 설명하고 있다. 사용자 질의 Q="자동차"는 지식베이스를 통해 Q'="트럭 OR 승용차 OR 버스 OR ..."로 확장될 수 있다. 만약, 이미지 p가  $\alpha$  정도로 Q를 만족하여 검색될 경우,  $p \in_{\alpha} ||Q||$ 로 나타낸다. 이때,  $p \in_{\alpha_1} \text{idx}(\text{"트럭"})$ ,  $p \in_{\alpha_2} \text{idx}(\text{"승용차"})$ ,  $p \in_{\alpha_3} \text{idx}(\text{"버스"})$ 에 대해  $\alpha = \max(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots)$ 이다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 에지 디스크립션 템플릿을 이용한 개념기반 이미지 검색 모델을 제안하였다. 특히, 이 모델은 이미지 자동 색인 및 개념기반 검색을 지원함으로써 주석기반 모델과 내용기반 모델의 단점을 보완할 수 있다. 향후, 이 모델을 구현하여 검색 성능을 평가해야 한다. 또한, 여러 연구들에서 제시하고 있는 이미지 객체 추출 기술을 적용하여 "빌딩 사이를 달리는 빨간 자동차"와 같은 보다 개념적인 사용자 질의를 처리할 수 있어야 한다.

참고문헌

[1] V. N. Gudivada, "Content-Based Image Retrieval Systems," IEEE Computer, pp.18-22, 1995.

[2] D.K. Park, Y.S. Jeon, C.S. Won and S.J. Park, "Efficient use of local edge histogram descriptor," Int. Workshop on Standards, Interoperability and Practices, ACM, pp. 52-54, Marina del Rey, CA, Nov. 4, 2000.

[3] D. Krznaric and C. Levkopoulos, "Fast Algorithms for Complete Linkage Clustering," Discrete Comput. Geom. 19, pp. 131-145, 1998.