

# 내용기반 영상검색을 위한 형태정보추출

곽성희\*, 김호성  
성신여자대학교 전산학과

## Shape Feature Extraction for Content-Based Image Retrieval

Sung Hee Kwak<sup>1</sup>, Ho Sung Kim  
Dept. of Computer Science, Sungshin Women's University

### 요 약

효율적인 영상 검색 시스템은 구축하기 위하여 칼라, 형태, 질감등과 같은 특징을 추출하여 검색하는 방법들이 연구되어지고 있다. 이 중 기존의 형태 정보를 이용한 방법은 적용 대상을 극한하여 연구되거나 특징 추출을 위한 개선의 복잡성에 비해 좋은 효과를 보이지 않고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고 다양한 영상에 적용할 수 있는 특징을 추출하고자 통계적인 방법중의 하나인 히스토그램을 이용하고자 한다. 히스토그램을 이용한 방법은 개선이 용이할 뿐 아니라 검색 결과에서도 높은 효율을 보이고 있다. 영상으로부터 추출한 선분을 각도에 따라 18개의 bin으로 양자화 하여 각 bin에 속한 선분들의 길이의 뒤를 이용하여 비교하는 각도 히스토그램(angular histogram). 그리고 선분들의 공간 분포에 대한 정보를 얻기 위하여 각도 히스토그램에서 각 bin에 속한 선분들의 대표 좌표들의 1차, 2차, 3차 모멘트를 구하여 사용하는 방법의 특성 사도를 가진 선분들 사이의 거리를 이용한 각도 Correlogram을 제안한다.

### 1. 서 론

대용량의 영상 자료를 효율적으로 검색, 관리하기 위해서 내용기반 검색에 대한 연구가 진행되고 있다. 주로 사용되는 특징으로는 영상의 칼라, 형태, 그리고 질감 등이 있는데 이중 형태 정보는 고수준의 검색 환경을 제공하기 위해서 사용이 불가피하다. 하지만 형태적 유사성의 개념은 아직 풀리지 않은 문제중의 하나로 요즘 이들 위한 수학적 모델이 많이 제안되고 있으나 그 계산 비용이 매우 복잡할 뿐 아니라 인간의 지각능력과 비교해 보았을 때 많은 한계를 드러내고 있다[1, 2]. 따라서 영상의 속성(attribute)들의 히스토그램을 사용하는 통계적인 방법들을 많이 사용하고 있다. 히스토그램을 통한 비교방법은 각 bin에 들어가는 내용을 정규화하여 비교하는 방법으로 Swain[3]에 의해 제안된 이후 각라 정보들이 용한 영상 검색에서 널리 사용되고 있다. 형태에 관련된 속성을 사용한 예로 Huet[4, 5]는 영상으로부터 선분을 추출 후 선분의 각도와 길이 속성에 관련된 히스토그램으로 비교하는 방법을 제안하였는데 한 개의 속성만 사용하였을 때 발생할 수 있는 모호성을 줄이기 위해 각도와 위치, 또는 길이와 쌍을 이루기 사용하였다.

Eakin[6]은 농력선성, 형태적 유사성, 그리고 근사화와 같은 방법을 제안하였다. 여기서는 선분들을 추출하여 평행성, 그리고 농심성과 형태적인 유사성 정도를 단계, 즉 전체 영상, 길

은 그룹의 의곽선, 그리고 각각의 외각선으로부터 추출하여 영상을 검색하였다.

Huang[7]은 기존의 히스토그램이 관찰점이나 카메라의 작은 움직임에도 민감한 단점을 보완하기 위하여 칼라의 공간적인 상관관계를 표현할수 있는 color correlogram 방법을 제안했다. color correlogram은 영상에서 칼라  $c_i$ 를 갖는 픽셀로부터  $k$ 만큼 떨어진 곳에 칼라  $c_j$ 를 갖는 픽셀이 있을 확률값을 사용하는 새로운 칼라 특징이다.

본 논문에서는 영상으로부터 선분을 추출하여 선분의 각도를 18개로 양자화 한 후 각 bin에 속하는 선분들의 길이의 합을 비교하는 각도 히스토그램(angular histogram)과 선분들의 공간적인 상관관계를 표현할 수 있는 방법들을 제안한다.

공간적인 상관관계는 각도 히스토그램에서 각 bin에 속한 선분들의 대표 좌표를 구하여 선분들의 중심점, 분산을 구하여 비교하는 방법과 Huang에 의해 제안된 color correlogram을 선분들 사이의 관계에 적용하여 특정 각도를 갖는 선분들 사이의 거리 관계를 가리키는 각도 correlogram을 구하여 사용한다.

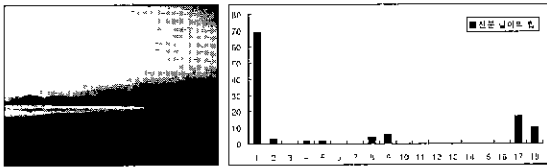
서론에 이어 2장에서는 통계적인 방법으로 제안한 각도 히스토그램을, 3장에서는 공간적인 상관관계를 표현하기 위해 사용된 모멘트와 각도 correlogram 방법들을 비교하고 4장에

서는 유사도 측정에 관련된 내용을 서술한다 그리고 마지막 장에서는 실험결과 분석과 앞으로의 연구과제에 대해 살펴본다

## 2. 각도 히스토그램 (Angular Histogram)

형태를 다룰 수 있는 통계적 방법으로 제안하고 있는 각도 히스토그램은 입력 영상에 대해 canny edge 연산자를 사용하여 edge를 추출한 후 근사화(approximation)과정을 통해 선분을 구하고, 구한 선분들 중에서 노이즈 제거를 위해 평균길이 이상인 선분만을 추출하여 사용한다

각도 히스토그램의  $x$ 축은 각도축으로  $\pi$ 의 범위를 가지는 선분들을  $\frac{\pi}{18}$  씩 18개의 빈으로 나누고  $y$ 축은 각 빈에 속하는 선분들의 길이의 합이다. 선분의 각 길이는 영상의 매지선 길이로 정규화 한다 [그림 1]은 왼쪽 입력 영상에 대해 각도 히스토그램을 구한 것이다.



[그림 1] angular histogram

## 3. 공간적 상관관계

### 3.1 모멘트

앞에서 구한 각도 히스토그램을 사용하여 영상 내 선분들의 위치 정보로 특징지어질 수 있는 선분들의 중심점, 분산, 그리고 그것의 공간적 심형 등은 나타난다.  $i$ 번째 빈에 속한 선분들의 대표점  $(x_i, y_i)$ 은 빈에 속한  $m$ 개의 선분들의 중심  $(x_j, y_j)$ 에 길이에 의한 가중치를 준  $x, y$ 좌표 값으로 식 (1)과 같이 계산하여 얻을 수 있다 그리고 각 대표점들의 중심점은 1차 모멘트를, 분산 정도를 구분하기 위해서 대표점의 2차 모멘트를 이용하여, 분산의 공간적인 성질을 구분하기 위해서 대표점의 3차 모멘트를 이용한다 식 (2), 식 (3), 그리고 식 (4)는 각 빈의 대표점들의 1차, 2차, 그리고 3차 모멘트를 계산하는 방법이다

$$x_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left( \frac{l_j}{L_i} x_j \right), \quad y_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left( \frac{l_j}{L_i} y_j \right) \quad (1)$$

$m$ :  $i$ 번째 빈에 속하는 선분의 개수

$l_j$ :  $j$ 번째 선분의 길이

$L_i$ :  $i$ 번째 빈에 속하는 선분들의 길이 총합

$$E_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad E_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (2)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - E_x)^2}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - E_y)^2} \quad (3)$$

$$S_x = \sqrt[3]{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - E_x)^3}, \quad S_y = \sqrt[3]{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - E_y)^3} \quad (4)$$

$x_i, y_i$ :  $i$ 번째 빈의 대표 좌표  
 $n$ : 빈의 개수

### 3.2 각도 correlogram

각도 correlogram은 여러 각도를 갖는 선분들의 공간적인 상관관계를 표현하기 위해 제안한 방법이다.

번적 두 선분간의 거리는 식 (5)에 의해 구한 두 선분 간의 가장 가까운 거리  $d_M$ 를 이용한다 각도 correlogram의  $x$ 축은 각도축으로 18개의 빈으로 나누고  $y$ 축은 선분간의 거리의 빈이다 식 (6)에서의  $\gamma_{a_i}^{(k)}(l)$ 는 길은 각도 빈  $a_i$ 에 속하는 선분들 중에서 어떤 선분의  $k$ 만큼 떨어진 곳에 다른 선분이 존재할 확률을 구한 것이다

$$d_M(l_1, l_2) = \frac{1}{l_1 + l_2} \min_{p_1 \in l_1, p_2 \in l_2} |p_1 - p_2| \quad (5)$$

$$p_1 = (x_1, y_1), p_2 = (x_2, y_2)$$

$$|p_1 - p_2| = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$\gamma_{a_i}^{(k)}(l) = \Pr_{l_i \in a_i, l_j \in a} [l_j \in a_i, J_M(l_i, l_j) = k] \quad (6)$$

## 4. 유사도 측정

입력 영상  $Q$ 와 데이터베이스 내에 있는 영상  $I$ 간의 유사도는 각도 히스토그램과 각도 correlogram의 경우 식 (7)과 같이  $L_1$  Distance를 이용하여 구한다 그리고 모멘트를 이용한 공간 정보를 추가할 경우  $L_1$  Distance를 이용하여 구한 각도 히스토그램의 차와 1차, 2차, 3차 모멘트 차와의 가중합으로 다음 식 (8)과 같이 구한다

$$D_{AH}(Q, I) = \sum_{i=1}^n |AH_i^Q - AH_i^I| \quad (7)$$

AH: Angular Histogram

$$D_f(Q, I) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |\gamma_{a_i}^{(k)}(Q) - \gamma_{a_i}^{(k)}(I)|$$

$n$ : 각도 빈의 개수  
 $d$ : 거리 빈의 개수

$$D(Q, I) = w_{AH} D_{AH}(Q, I) + w_d D_d(Q, I) + w_o D_o(Q, I) + w_s D_s(Q, I) \quad (8)$$

$w_{AH}, w_d, w_o, w_s$ : weight

$D_{AH}(Q, I)$ 는 angular histogram의 차

$D_d(Q, I), D_o(Q, I), D_s(Q, I)$ 는 1차, 2차, 3차 moment의 차

### 5. 결과 분석 및 연구과제

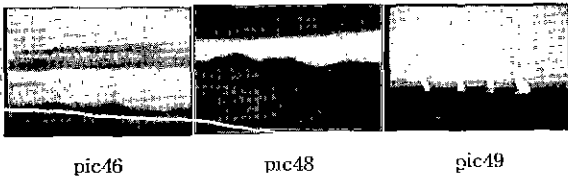
실험 환경은 Ultra Spare 워크스테이션에서 자바로 구현하였으며 JPEG, GIF 형태의 칼라 영상을 사용하였다 검색 방법은 원의 영상을 주고 그것과 유사한 영상을 찾는 Query by Example 방법을 사용했다

[표 1]에 있는 수행결과 비교는 Recall값과 AVRR(Average Rank of Relevant images)값을 사용했다. Recall값은 검색 결과로 나온 유사한 영상의 수를 데이터베이스에 있는 유사 영상의 수로 나눈 값으로 유사한 영상이 얼마나 나왔는지 알 수 있으며 AVRR은 검색 결과에서 유사한 영상의 평균 순위를 나타내는 것이다

	AH	AH Moment	Correlogram
Recall(%)	71.15	73.28	74.96
AVRR	2.58	2.25	2.61

[표 1] 수행 결과 비교

[그림 2]은 각도 히스토그램을 이용하여 유사한 영상을 검색한 결과로 pic46, pic48, pic49는 전체적인 형태는 유사하지만 전혀 다른 길라 분포를 가지고 있는 영상들로 칼라 정보만 이용한 경우에는 검색할 수 없다



[그림 2] angular histogram의 검색 결과

그리고 각도 히스토그램을 사용한 경우와 공간정보를 추가한 경우의 비교는 [그림 3]과 [표 2]에서 볼 수 있다 pic91, pic94, 2점의 유사영상을 가지고 있는 pic89를 길의 영상으로 사용하였을 때 각도 히스토그램의 경우 pic91만 찾지만 각도 히스토그램에 1차, 2차, 3차 모멘트까지 추가한 경우와 각도 correlogram의 경우에는 pic91, pic94 모두를 찾는다

공간 정보를 추가한 방법들을 비교해 보면 두 방법 모두 유사한 영상을 찾지만 순위면에서 각도 correlogram이 더 좋은 성능을 나타내고 있다. 이는 전체적인 AVRR 값은 각도 히스토그램과 모멘트를 결합한 방법이 높지만 적진 선분이 많은 영상에서는 각도 correlogram이 좋은 결과를 보여주고 있다

	AH	AH Moment	Correlogram
Result	pic91	pic91 pic94	pic91 pic94
Rank	3	4 7	1 2

[표 2] [그림 3]의 수행 결과



pic89 pic91 pic94

[그림 3]

실험 결과에서 처럼 영상내에서의 공간 정보는 결과에 큰 영향을 미친다. 앞으로 공간적인 상관관계에 대한 연구를 계속 진행하고자 각도 correlogram을 길은 각도에 대해서만이 아닌 서로 다른 각도들 사이에서도 측정하여 선분들의 동적선성, 직각성, 평행성 등과 같은 전역적인 특징도 측정할 수 있도록 확장하면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 유사도 측정시 사용되는 파라미터의 수를 줄일 수 있는 방향도 모색해야 할 것이다

### 참고문헌

- [1] Brian Scassellati, Sophoclis Alexopoulos, Myron Flecker "Retrieving images by 2D shape: a comparison of computation methods with human perceptual judgements", SPIE February, 1994
- [2] I. Biederman, "Recognition-by-components: a theory of human image understanding", Psychological Review 94(2), pp.115-147, 1987
- [3] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color indexing", International Journal of Computer Vision, Vol 7, No 1, pp 11-32, 1991.
- [4] B. Huet and E. R. Hancock, "Cartographic indexing into a database of remotely sensed images", IEEE WACV, pp.8-14, 1996
- [5] B. Huet and E. R. Hancock, "Relational Histograms for Shape Indexing", ICCV 98, pp.563-569, 1998
- [6] E. C. Di Mauro, T. F. Cootes, C. J. Taylor and A. Lanitis, "Active Shape Model Search using Pairwise Geometric Histograms", BMVC '96 vol 1 pp.252-262. Sep 1996
- [7] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu, "Image Indexing using Color Correlograms", CVPR, pp.602-607, 1997
- [8] John P. Eakins, Kevin Shields, and Jago Boardman, "ARTISAN - a shape retrieval system based on boundary family indexing (Automatic Retrieval of Trademark Images by Shape Analysis)", SPIE Vol 2670, pp 17-28, February 1996
- [9] 김정희, 김호성, "지각구조에 입각한 인공형태의 계층적 다각 단순화", 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, Vol 5, pp. 173-177, 1993