

직선 성분을 이용하는 구도가 유사한 사진 검색 방법

황주연[†], 임동섭^{**}, 백두원^{***}

요 약

사진이론에 따르면 선은 사진의 구도와 분위기를 결정하는 중요한 요소다. 본 논문에서는 사진의 기본 요소 중 하나인 직선 성분을 이용하여 두 사진의 구도 차이를 측정하는 방법을 제안하였다. 선의 어떤 패턴이 구도를 구분 짓는지 파악하기 위해 구도가 동일한 사진에서 나타나는 특징과 다른 구도에서 나타나는 특징을 분석하였다. 분석된 특징을 반영하여 구도차이 측정방법을 설계하였고 제안 방법의 성능평가를 위해 쿼리 사진과 구도가 유사한 사진을 검색하는 시스템을 구현하였다. 구현된 검색 시스템은 상위 10개 내의 결과에서 최고 85%정도의 정확도를 나타내었고 사진 내에 물체가 포함되어도 유사한 구도의 사진을 검색하는 성능을 유지하였다.

Retrieving of Compositionally Similar Images Using Straight Line Elements

Jooyeon Hwang[†], Dongsup Lim^{**}, Doowon Paik^{***}

ABSTRACT

According to photography, lines are important elements that make composition and mood of photo. In this paper, we proposed a measure for compositional dissimilarity between photos using lines which are basic elements of photography. To identify patterns of lines which classify composition of photos, we investigated both features of compositionally same photos and compositionally different photos. Then we developed effective measure for compositional dissimilarity between photos by applying the investigated features to the measure, and we implemented an image searching system which retrieves photo compositionally similar to given query to evaluate performance of proposed method. The searching system showed the precision of about 85% maximally for the highly matched 10 results and was capable of reliably retrieving compositionally similar to given query even if some objects were included in photos.

Key words: Photographic Composition(사진 구도), Line Elements(선 요소), Image Retrieval System(영상 검색 시스템), Hough Transform(Hough 변환), Similarity of Peaks in Hough Space(Hough 공간상 Peak들의 유사도), Content-Based Image Retrieval(내용기반 영상 검색)

1. 서 론

사진 이론에 따르면 선은 사진의 구도와 분위기를

결정하는 중요한 요소다[1]. 사진에 포함된 선의 패턴을 보면 해당 사진의 구도를 파악할 수 있다. 본 연구에서는 사진에 포함된 선들의 패턴을 분석하여

※ 교신저자(Corresponding Author): 백두원, 주소: 서울시 동작구 상도 1동 1-1(156-743), 전화: 02)820-0910, FAX: 02)822-3622, E-mail: ssudlab@gmail.com
접수일: 2009년 3월 30일, 수정일: 2009년 4월 6일
완료일: 2009년 7월 29일

[†] 정회원, 숭실대학교 미디어학과 박사과정

(E-mail: zooyouny@gmail.com)

^{**} 숭실대학교 미디어학과 석사과정
(E-mail: picmuse@gmail.com)

^{***} 정회원, 숭실대학교 미디어학과 부교수

※ 본 연구는 숭실대학교 교내 연구 지원으로 수행되었음

두 영상의 구도 차이를 측정하는 방법을 개발하고 이를 이용해 구도가 유사한 영상을 검색하는 방법을 제안한다. 구도를 결정짓는 선으로는 직선과 곡선이 있는데 본 연구에서는 직선만을 대상으로 한다.

유사한 영상을 검색하는 연구는 다양한 방법으로 진행되어 왔다. 대표적인 방법으로 Color 히스토그램을 사용하여 유사한 색이 사용된 사진을 검색하는 방법이 있다[2,3]. 다른 접근 방법으로는 영상 내부에 유사한 색상이 군집한 영역을 찾아 영상을 여러 영역으로 구분한 뒤 각 영역의 위치나 크기를 이용하여 유사한 영상을 검색하거나 각 영역의 상대적인 위치 관계를 이용하여 공간적으로 유사한 구성을 가진 사진을 검색하는 방법이 있다[4-6]. 영상에 포함된 선 정보를 이용하여 유사한 영상을 찾는 방법도 제안되었다. [7]에서는 전자회로나 도면과 같이 선으로 그려진 영상들을 Hough 변환을 이용하여 매칭 하는 방법을 제안했다. 이 방법은 영상의 회전이나 크기변환, 위치이동, 노이즈가 존재하더라도 동일한 영상으로 인식한다. 본 연구에서는 선 정보를 이용하여 유사한 영상을 검색하지만 사진구도 개념을 통합하여 사진구도가 유사한 영상을 검색하는 방법을 제안한다. 구도가 다른 두 영상의 차이를 측정하기 위해서는 구도를 구분 짓는 요소가 무엇인지 파악해야 한다. 실제로 사진내의 구도를 결정짓는 선은 선의 각도와 위치, 세기가 특별한 역할을 한다. 선을 이용한다는 측면에서 관련연구 [7]과 유사하지만 본 연구에서는 사진의 구도를 구분 짓는 선의 특징을 찾는 데 초점을 맞춘다.

제안 하는 방법에서는 사진에 포함된 모든 선을 추출하고 추출된 선의 패턴을 이용하여 구도차이를 측정한다. 우선 사진 내에 포함된 선 정보를 추출하기 위해 Hough 변환을 이용한다. Hough 변환은 원 영상 내에 포함된 선 성분을 추출할 때 사용할 수 있는 대표적인 방법이다. Hough 변환을 수행한 후 Peak를 찾음으로써 영상 내에 포함된 선을 추출할 수 있다. 이렇게 찾아진 Peak를 위치와 세기를 갖는 점으로 표현하여 입력 영상을 점으로 구성된 다른 공간상의 영상으로 변환한다. 제안 방법에서는 두 영상 간 차이를 측정하는 방법으로 Hough 변환 영상의 점들의 유사성을 이용한다. 그리고 사람이 보기에 구도가 동일한 사진과 다른 구도 사진으로부터 얻은 Hough 변환 영상의 점들의 특징을 분석하고 이 특징

을 반영하여 차이측정방법을 설계한다. 마지막으로 제안 방법의 성능 평가를 위해 검색시스템을 만들고 정확성과 견고성을 평가하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 Hough 변환을 이용해 선을 추출하여 각 사진을 다른 공간으로 변환하는 방법에 대해 기술하고, 3장에서 구도가 동일한 그룹과 다른 그룹에서 나타나는 패턴의 특징과 이 특징을 적용하여 사진간 구도 차이를 측정하는 방법을 기술한다. 검색시스템을 통한 제안 방법의 성능 평가와 분석은 4장에서 기술하고, 5장에서는 결론과 향후 연구진행방향에 대해 논한다.

2. Hough 변환을 이용한 선 추출

본 연구에서는 사진 내에 포함된 선을 추출하기 위해 Hough 변환을 이용한다. Hough 변환은 원 영상 공간에 표현된 점들을 파라미터 공간으로 변환하는 기법으로 선을 찾고자 하는 경우에는 영상 공간상에 한 점을 지나는 모든 직선의 파라미터를 계산하고 누적버퍼의 그 파라미터 값에 해당되는 영역에 일정 값을 누적한다[8]. 입력 영상의 모든 점에 대해 동일한 작업을 수행하면 영상에 존재하는 일직선상의 점들은 누적버퍼의 한 영역에 중복으로 누적되어 주변보다 높은 값을 갖는 한 점으로 나타난다.

Hough 변환을 적용하기에 앞서 전처리 과정으로 불필요한 정보들을 제거하기 위해 입력 사진을 작은 크기로 축소시킨다. 그런 다음 edge 검출기를 통해 edge 영상을 획득하고 이 영상에 Hough 변환을 적용한다. Edge 영상의 각 점을 Hough 공간에 누적하는 과정에서 주변과 대비가 큰 선은 Hough 공간에 더욱 강조해서 표현하기 위해 점의 세기에 비례하여 누적하는 정도를 달리해주었고, 같은 방향으로 뻗은 선을 더욱 강조하기 위해 edge의 각도와 Hough 공간상에서 각도가 유사할수록 더 높은 값을 누적하도록 하였다[9].

Hough 변환을 적용하면 영상 공간상에 존재하는 일직선상에 위치하는 점들은 Hough 공간상에 높은 값을 갖는 한 점으로 나타난다. 따라서 주변에 비해 높은 값을 갖는 점을 찾으면 사진에 포함되어 있는 선들을 추출할 수 있다. 본 연구에서는 local max 필터를 이용하여 peak를 검출하였다. 여기서 local max 필터는 주변의 모든 값보다 자신의 값이 가장 큰 경우 주변의 평균 세기와 자신의 세기의 차이를 출력하



그림 1. 선 추출 과정 흐름도

고 그 이외의 경우에는 0을 출력한다. 동시에 불필요한 값을 제거하기 위해 출력 값이 임계값 Th_1 보다 작은 경우에는 0으로 조정하였다. 최종적으로 검출된 peak는 위치와 세기를 갖는 점 (x_i, y_i, f_i) 로 표현할 수 있다. 본 연구에서는 최종적으로 각 입력 영상을 Hough 공간상의 점으로 구성된 영상으로 변환한다. 그림 1은 선을 추출하는 과정을 흐름도로 보여준다.

3. 구도 차이 측정방법

본 연구에서는 두 사진간 구도 차이를 측정하는 방법으로 Hough 공간에 표현된 점들을 이용한다. 이번 장에서는 구도가 동일한 그룹과 다른 그룹에서 나타나는 점들의 특징과 이 특징을 적용하여 사진간 구도 차이를 측정하는 방법에 대해 기술한다.

구도 차이를 효과적으로 측정하기 위해서 사람이 보기에 구도가 동일한 사진들과 다른 사진들을 분석하여 점들이 어떤 패턴을 보이는지 파악해야 한다. 동일한 구도의 단순한 사진과 각 사진의 Hough 공간상에 나타난 점 영상을 그림 2와 그림 3에 나타내었다. 그림 2에 표시한 사진을 비롯하여 유사한 구도의 사진인 경우 그림 3에서 보듯이 Hough 공간상에 나타난 점 영상을 보면 점들이 서로 유사한 위치에 존재한다. 본 연구에서는 위 관찰을 바탕으로 두 영상간의 차이를 계산하기 위해 기본적으로 한 영상 내에



그림 2. 구도가 유사한 영상의 예



그림 3. 그림 2에 (a)와 (b)의 Hough 변환 영상

표 1. 점으로 구성된 두 영상 내에 점들 간 짝짓는 방법

1. 점으로 구성된 두 영상 I_1, I_2 입력
2. I_1 에 포함된 모든 각 점에 대해 I_2 에 있는 점 중 가장 가까운 점을 탐색
3. 만약 I_1 의 각 점에 대해 I_2 에 있는 가장 가까운 점과의 차이가 임계 값 Th_2 보다 작으면 짝을 짓고 그렇지 않은 경우엔 짝을 짓지 않음
4. 2번 과정과 반대로, I_2 에 포함된 모든 각 점에 대해 I_1 에 있는 점 중 가장 가까운 점을 탐색
5. 3번 과정과 반대로, 만약 I_2 의 각 점에 대해 I_1 에 있는 가장 가까운 점과의 차이가 임계 값 Th_2 보다 작으면 짝을 짓고 그렇지 않은 경우엔 짝을 짓지 않음

있는 각 점들을 다른 영상 내에 자신의 위치와 유사한 곳에 있는 가장 가까운 점과 짝을 짓고 짝지어진 점들의 차이의 평균을 이용한다. 짝지어진 점들의 차이는 뒤에서 상세히 기술한다. 가까운 점과 짝을 짓는 과정은 표 1과 같다. 짝이 없고 짝 지어지지 않은 점의 경우엔 해당 점을 제외하는 만큼의 penalty를 주도록 하였다. 두 영상 간 차이를 정리하여 식 (1)과 같이 정의 하였다.

$$Disimilarity(I_1, I_2) = \frac{\#pair}{\#total} \times AvgDPairs + \frac{\#nonpair}{\#total} \times AvgPNonpairs \quad (1)$$

여기서 $\#pair$ 는 짝이 있거나 짝지어진 점의 개수이고, $\#nonpair$ 는 짝도 없고 짝지어지지 않은 점의 개수이며, $\#total$ 은 전체 점의 개수이다. 그리고 $AvgDPairs$ 는 짝지어진 점들의 평균 차이이고 $AvgPNonpairs$ 는 짝지어지지 않은 점들의 평균 penalty다.

구도가 동일한 사진의 Hough공간상의 점을 관찰한 결과 짝지어진 점 사이의 차이는 기본적으로 각 점의 위치와 세기가 유사하였다. 이를 바탕으로 짝지어진 두 점을 $(x_1, y_1, f_1), (x_2, y_2, f_2)$ 라 하고 $f = 0 \leq f < 1$ 를 만족하는 실수라고 했을 때 두 점 사이의 차이 위치와 세기의 차이를 이용해 식 (2)와 같이 정의 할 수 있다.

$$Distance(p_1, p_2) = w_x|x_1 - x_2| + w_y|y_1 - y_2| + w_f|f_1 - f_2| \quad (2)$$

다양한 구도의 사진들을 관찰한 결과 Hough 공간상에 나타난 점들의 x 좌표 값에 대해 어떤 영역에서는 x 차이가 크더라도 비슷한 구도의 사진으로 분류되기도 하고, 다른 어떤 영역에서는 x 차이가 작아야만 비

슷한 사진으로 분류되었다. 여기서 x 좌표 값은 선의 각도에 해당되는데 사람은 선들의 각도가 수직이나 수평에 가까울 때는 그 차이를 민감하게 느끼고 대각에 가까울 때는 그 차이를 둔감하게 느끼기 때문인 것으로 유추된다. 이런 특성을 반영 하면 가중치 w_x 는 입력값 x_1 과 x_2 에 따라 달라지도록 설계하여 식 (3)과 같이 정의 할 수 있다. 여기서 w_x 는 입력값 x_1 과 x_2 이 수평이나 수직 영역에 존재 할 경우 차이값을 상대적으로 크게 계산하고 대각 영역에 존재 할 경우 차이값을 상대적으로 작게 계산하는 역할을 수행한다.

$$Distance(p_1, p_2) = w_x(x_1, x_2)|x_1 - x_2| + w_y|y_1 - y_2| + w_f|f_1 - f_2| \quad (3)$$

Hough 공간상에 나타난 각 점의 세기를 관찰한 결과 짝지어진 점과 위치 차이가 큰 세기가 약한 점들이 존재하더라도 동일한 구도로 분류되었고 세기가 큰 점들은 짝지어진 점과 위치 차이가 적어야만 동일한 구도로 분류 되었다. 이를 식(4)에 반영하여 두 점의 세기가 클수록 위치 차이의 영향을 더 크게 받도록 하였다. 이는 원 영상에서 평균 세기가 약한 선에 비해 강한 선의 차이를 크게 느끼기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

$$Distance(p_1, p_2) = \{w_x|x_1 - x_2| + w_y|y_1 - y_2|\} \times \frac{f_1 + f_2}{2} + w_f|f_1 - f_2| \quad (4)$$

표 1의 과정을 보면 어떤 Hough 변환 영상 내에 포함된 한 점이 다른 Hough 변환 영상 내에 어떤 여러 점에 대해 가장 가까운 점에 해당되면 그 점에 여러 점이 중복으로 짝지어지는 경우도 발생한다. 이 경우 짝지어진 점의 개수가 여러 개라도 조밀한 영역에 분포하면 짝지어진 점들을 여러 개의 점이 아니라 하나의 점으로 판단한다. 실제 영상 공간에 인접한 영역에 여러 선이 밀집되어 있으면 사람은 하나의 선으로 인식한다. 이 같은 성질을 반영하여 한 점과 그 점에 짝지어진 점들의 차이를 식 (5)와 같이 정의 하였다. 식(5)를 이용해 점들간 차이를 계산하면 중복 대응되는 점들이 여러 개더라도 짝지어진 점들의 개수로 나누어 주기 때문에 짝지어진 점들간의 차이가 커지지 않고 유지되는 효과를 낸다.

$$Distance2(p_i, \text{points paired with } p_i) = \frac{\sum_j Distance(p_i, p_j)}{\#\text{points paired with } p_i} \quad (5)$$

여기서 p_i 는 Hough 변환 영상 내에 임의의 점이고 $\text{points paired with } p_i$ 는 점 p_i 에 짝지어진 모든 점이며 여기에 속한 각 점은 p_j 로 나타내었다. $\#\text{points paired with } p_i$ 는 점 p_i 에 짝지어진 점들의 개수다.

한 점에 여러 점이 중복되는 또 다른 경우로는 홀어린 여러 점이 한 점에 짝지어지는 경우가 있다. 이 경우는 한 사진에 있는 하나의 선에 다른 사진의 홀어린 여러 선이 대응되는 경우인데 관찰 결과 사람은 이 같은 경우에 해당되는 사진들을 다른 구도로 분류하는 경우가 많았다. 제안 방법에서는 이 같은 경우 짝지어진 점들끼리의 분산을 이용하여 그 차이를 크게 한다. 이를 반영하여 식(6)을 식(6)과 같이 수정하였다.

$$Distance2(p_i, \text{points paired with } p_i) = \frac{\sum_j Distance(p_i, p_j)}{\#\text{points paired with } p_i} + w_v Var(p_i) \quad (6)$$

여기서 $Var(p_i)$ 는 p_i 에 짝지어진 점들의 분산을 나타낸다.

최종적으로 표1의 과정과 식(1), 식(6)을 사용하여 두 영상 간 차이를 계산하는 과정을 정리하면 다음과 같다.

step 1 : Hough 변환 영상 I_1, I_2 에 대해 표1의 과정과 같이 가까운 점들끼리 짝을 지음

step 2 : I_1 에 존재하는 각 점에 중복 대응되는 점들의 분산을 계산

step 3 : I_2 에 대해 step 2 과정과 동일한 작업을 수행

step 4 : I_1 에 존재하는 각 점과 그 점에 중복 대응되는 점들과의 차이를 식(6)을 사용하여 계산

step 5 : I_2 에 존재하는 각 점과 그 점에 중복 대응되는 점들과의 차이를 식(6)을 사용하여 계산

step 6 : I_1 과 I_2 에 짝지어지지 못한 점들의 Penalty를 계산

step 7 : step 4, step 5 과정을 통해 얻은 짝지어진 점들간 차이의 평균을 계산하고, 6번 과정을 통해 얻은 짝지어지지 못한 점들의 평균 Penalty를 계산한 뒤 식(1)을 사용하여 짝지어진 비율에 따라 가중치를 곱하여 두 영상의 차이를 계산

4. 성능 평가

3장에서는 두 영상 간의 차이를 측정하는 방법에

대해 기술하였다. 본 장에서는 제안된 측정방법의 성능 평가를 위한 실험을 수행하고 결과를 분석한다.

본 연구에서는 첫 번째 실험으로 사진의 대표적인 구도 별로 분류된 사진들에 대해 어떤 구도의 쿼리 사진을 검색하였을 때 동일한 구도의 사진이 결과에 포함된 비율을 측정하였다. 실험에 사용된 임계값과 가중치는 여러 번 실험을 거쳐 다음과 같이 설정하였다.

$$Th_1(\text{점 영상}) = f_{max} * 0.4$$

$Th_2(\text{점}) =$ 입력 점을 제외시킬 때 발생하는 penalty

$$w_y = 0.016$$

$$w_f = 0.5$$

$$w_v = 1.0$$

여기서 f_{max} 는 입력영상에 포함된 세기가 가장 높은 점의 크기다.

$w_x(x_1, x_2)$ 는 입력값 x_1 과 x_2 이 수평이나 수직 영역에 존재 할 경우 차이값을 상대적으로 크게 계산하고 대각 영역에 존재 할 경우 차이값을 상대적으로 작게 계산하는 역할을 수행하며 실험에 사용된 형태는 다음과 같다.

$$w_x(x_1, x_2) = \sum_{i=1}^{180} sensitivity(i) \cdot mask(i, x_1, x_2)$$

여기서 $sensitivity(i)$ 함수는 i 값이 수평이나 수직에 영역에 있을 때에는 높은 수치를 갖고 대각 영역에 있을 때에는 낮은 수치를 갖는다. 그리고 $mask(i, x_1, x_2)$ 함수는 i 가 입력 된 두 각도 x_1, x_2 의 예각에 해당되면 1, 그렇지 않으면 0을 출력한다. $w_x(x_1, x_2)$ 의 값은 미리 계산될 수 있는 값으로 검색 수행 시간에 큰 영향을 미치지 않는다.

한편, 사진이론에서 말하는 대표적인 구도는 수평, 수직, 대각, 방사형 구도 등이 있다. 본 연구에서는 위 대표적인 구도를 선의 반복 여부에 따라 보다 세부적으로 나누어 총 11개의 구도로 분류하였다. 실험에 사용된 모든 사진은 실제 촬영된 사진으로서 사진에 포함된 선 요소로 사진의 구도가 결정되는 사진이다. 각 구도별로 쿼리 사진을 임의로 한 장씩 선택하였으며 사용된 쿼리 사진을 그림 4에 표시하였다. 실험에 사용될 DB는 객관적 신뢰성을 더하기 위해 여러 실험자와 분류 실험을 통해 구성하였다. 총 300여 장의 선이 사용된 모든 사진에 대해 5명의 실험자에게 각 쿼리 사진과 매우 유사한 사진에는 2점을 주고

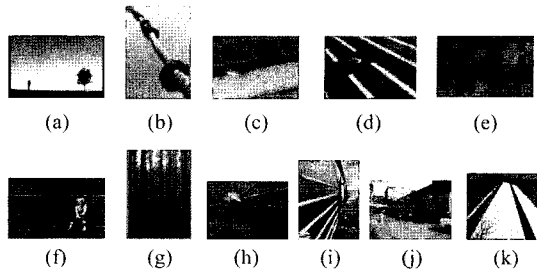


그림 4. 실험에 사용된 구도별 쿼리 사진

에매모호한 경우 1점, 확연히 다른 경우 0점을 주도록 하였다. 즉, 한사람의 실험자는 11개의 쿼리에 대해 총 3300 번의 평가를 수행한다. 최종적으로 평가를 마친 후 각 쿼리에 대해 득점이 가장 높은 사진 9장씩을 뽑아 쿼리를 포함하여 총 110장의 사진을 DB로 구성하였다.

검색 시스템은 쿼리 사진이 입력되면 본 연구에서 제안한 차이 측정방법을 이용하여 DB에 있는 모든 영상과 쿼리의 차이값들을 계산하여 차이값이 작은 순으로 상위에 검색되도록 구현하였다. 그림 4의 쿼리 사진에 대해 검색을 수행하였을 때의 평균 검색 성능을 그림 5에 표시하였다. 각 쿼리 사진별로 쿼리 사진을 포함한 동일한 구도의 사진이 10개이므로 상위 10개의 결과가 의미가 있다. 상위 10개의 결과 내에서 정확도를 살펴보면 85%에서 60% 이상의 정확도를 보이고 있다. 가장 유사한 사진 한 장을 검색했을 때 동일한 구도일 확률은 약 80%가 넘고, 10장을 검색했을 때에는 쿼리 자신을 제외한 DB에 존재하는 쿼리와 동일한 구도의 사진 9장 중 평균 6장 정도를 찾아낸다.

두 번째 실험에서는 사람이 평가한 주관적 유사도와 제안방법을 통해 계산한 차이값의 분포를 확인하여 사람이 평가한 차이와 제안 방법의 차이값이 어느

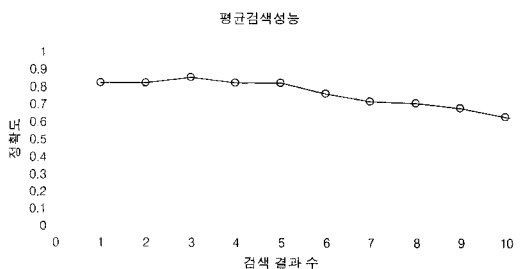


그림 5. 검색 결과 수에 따른 정확도

정도 비례하는지 평가한다. 우선 사람이 주관적으로 느끼는 차이를 측정하기 위해 새로운 쿼리 사진과 190여장으로 구성된 DB를 준 뒤 쿼리 사진과 DB에 각 사진에 대한 차이를 (유사, 보통, 비 유사)와 같이 3단계로 평가하도록 했다. 총 8장의 쿼리에 대해 동일한 실험을 하였고 총 5명의 피실험자에 대해 수행하여 주관적 유사도의 신뢰도를 높였다. 평가에 사용된 동일한 쿼리들에 대해 제안 방법을 통해 차이를 측정하였다. 결과적으로 DB에 있는 각각의 영상은 주어진 쿼리에 대해 주관적 유사도 값과 제안 방법에 의해 계산된 측정 차이값을 갖는데 상대적으로 잘 나온 결과와 보통인 결과, 상대적으로 안 좋은 결과를 선별하여 그림 6에 DB의 각 영상을 그래프 상에 한 점으로 표시하였다.

그림 6의 그래프를 살펴보면 사람이 보기에 유사한 사진의 그룹은 측정 차이값이 작은 영역에 분포하고 비 유사 사진의 그룹은 측정 차이값이 큰 영역에 분포하고 있으며 유사한 그룹과 비 유사 그룹이 구분된 형태로 나타났다. 이 결과는 사람이 평가한 차이와 제안 방법이 상관관계가 있음을 보여준다.

세 번째 실험에서는 구도에 영향을 미치지 않는 한도 내에서 선의 위치, 각도, 개수가 다르거나 오브젝트가 화면에 포함되어도 동일한 구도의 사진을 상위 검색하는지 평가한다. 우선 한 장소에서 동일한 구도로 여러 사진을 촬영하였다. 다만, 선의 위치나

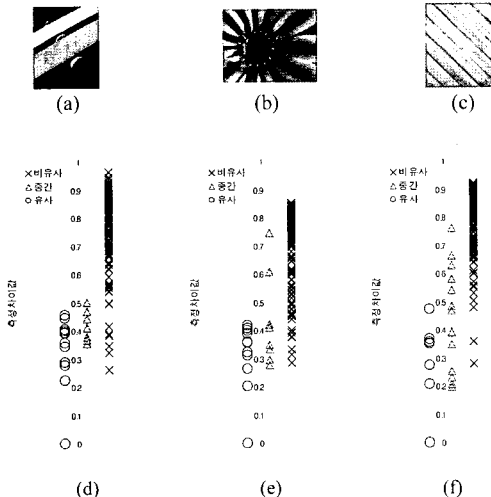


그림 6. 사람의 주관적 유사도에 따른 제안방법의 측정 차이값의 분포(상단: 쿼리 사진, 하단: 측정 차이값 분포도)

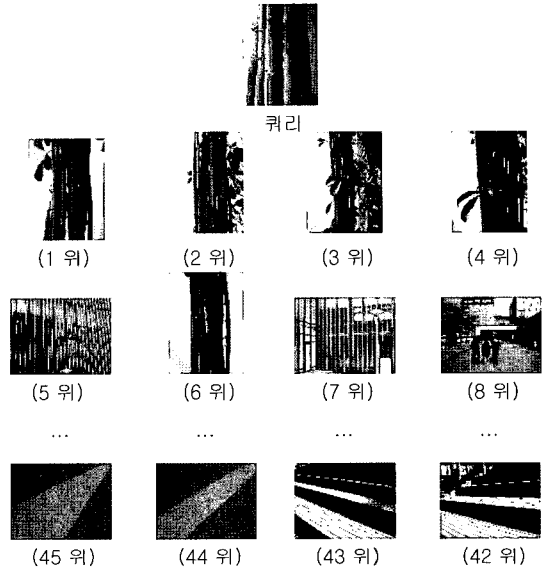


그림 7. 순위에 따른 검색 결과

각도, 개수를 다르게 하였고 선 이외에 다른 오브젝트가 포함되도록 하였다. 그리고 장소를 옮겨 다른 곳에서 다양한 구도로 촬영을 하였다. DB는 위에서 촬영한 모든 사진들로 구성하였고, 촬영한 사진 중 임의의 사진 하나를 쿼리로 사용하여 검색 시스템을 통해 검색하였다. 그림 7에 검색 결과를 순위별로 표시하였다. 그 결과를 보면 대나무에 잎이 붙어 있거나 위치가 다소 다른 곳에 배치되어 있더라도 동일한 장소에서 찍은 사진이 상위 검색되었고 다른 장소에서 촬영한 쿼리 사진과 동일한 구도의 사진도 상위 검색 되었다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서는 사진의 기본요소 중 하나인 선을 이용하여 구도가 유사한 영상을 검색하는 방법을 제안하였다. 구도가 유사한 영상 그룹에서 나타나는 특성을 분석하여 영상 차이를 계산하는 방법을 개발하였으며 성능 평가를 위해 검색 시스템을 구현하였다. 검색 결과의 정확성은 상위 10개 내의 결과에서 최고 85%에서 최저 60% 정도의 정확성을 보였다. 또한 사람이 주관적으로 판단하는 차이와 제안 방법을 통해 계산한 차이값에 상관관계가 있음을 확인하였다. 그리고 사진 내에 오브젝트가 포함되거나 선 패턴이 다소 다르더라도 동일한 구도의 사진을 상위 검색

함을 보였다.

본 연구에서 구현한 검색 시스템을 이용하면 구도가 유사한 사진을 비교적 정확하게 검색할 수 있다. 본 연구 초점은 두 영상 간의 구도 차이를 측정하는 방법에 관한 것으로 속도 문제는 다루지 않는다. 구현된 검색 시스템의 검색과정에서 각 영상 내에 포함된 점들의 차이를 비교하는 과정은 $O(n^2)$ 의 연산이 소요되는데 점의 개수가 최대 20정도로 크지 않기 때문에 크게 문제되지 않는다. 다만 속도 향상을 위해서는 구현된 검색 시스템에서 사용하는 순차검색은 한 쿼리 사진에 대해 DB에 있는 모든 사진과 차이 값을 계산해야 하므로 대용량 영상 DB에는 적합하지 않고, 계층적 트리나 Hash와 같은 효율적인 자료 구조와 클러스터링과 같은 기법을 적용하려는 시도가 필요하다. 이는 향후 연구에서 개선될 것이다. 또한 선을 추출하는 과정에서 본 연구에서는 흑백 영상을 사용하였는데 사람은 실제로 색상이 대비되는 곳이나 텍스처의 경계도 선 성분으로 인식한다. 따라서 보다 검색 효율을 높이기 위해서는 픽셀의 밝기 값 이외에 색상이나 텍스처의 경계를 선 정보로 이용하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

[1] D. Praker, *BASICS PHOTOGRAPHY: COMPOSITION*, AVA Publishing, Lausanne, Switzerland, 2006.

[2] M. Swain and D. Ballard, "Color indexing," *International Journal of Computer Vision*, Vol. 7, No.1, pp. 11-32, 1991.

[3] J. R. Smith and S.-F. Chang, "Tools and techniques for color image retrieval," in *Proceeding of SPIE*, Vol. 2670, pp. 426-437, 1996.

[4] C. Faloutsos, M. Flickner, W. Niblack, D.

Petkovic, W. Equitz, and R. Barber, "Efficient and Effective Querying by Image Content," *Journal of Intelligent Information Systems*, Vol. 4, No. 3-4, pp. 231-262, 1994.

[5] H. Lu, B. Ooi, and K. Tan, "Efficient image retrieval by color contents," in *Proceeding of the 1994 Int. Conf. on Applications of Databases*, pp. 95-108, 1994.

[6] J. R. Smith and S.-F. Chang, "Querying by color regions using the VisualSEEK content-based visual query system," in *Intelligent Multimedia Information Retrieval*, MIT Press, MA, pp. 23-41, 1997.

[7] P. Franti, A. Mednongov, V. kyrki, and H. Kalviainen, "Content-based matching of line-drawing images using the Hough transform," *International Journal on Document Analysis and Recognition*, Vol.3, No. 2, pp. 117-124, 2000.

[8] L. G. Shapiro and G. C. Stockman, *Computer Vision*, Prentice Hall, Englewood cliffs, NJ, 2001.

[9] B. S. Morse, Lecture 15: Segmentation (Edge based, Hough transform), Brigham Young University: Lecture Notes, pp. 1-5, 2000.



황 주 연

2005년 2월 숭실대학교 미디어 학부 공학사
 2005년 3월 ~ 현재 숭실대학교 미디어학과 석박사 통합 과정
 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터그래픽스, 디지털방송



임 동 섭

2008년 9월 숭실대학교 미디어학
부 공학사
2009년 3월~현재 숭실대학교 미
디어학과 석사과정
관심분야 : 영상처리, 알고리즘



백 두 원

1983년 서울대학교 수학과 학사
1990년 University of Minnesota
Computer Science M.S.
1991년 University of Minnesota
Computer Science Ph.D.
1992년~1994년 AT&T Bell Labs
Member of Technical
Staff
2001년~2002년 Cadence Design System Member of
Consulting Staff
1995년~현재 숭실대학교 미디어학부 부교수
관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 디지털 방송, 알
고리즘, Bio Informatics