

순차영역분할과 투영정보를 이용한 영상검색

김태선[†], 원혁준^{**}

요 약

본 논문에서는 영상검색 방법의 하나인 내용에 기반을 둔 검색방법으로 순차영역분할과 투영정보를 이용한 영상검색 방법을 제안한다. 제안한 방법은 순차 분할된 영역의 색상평균값과 각 영역의 투영정보를 이용한 방법으로 영상의 공간정보와 컬러정보를 효과적으로 결합한 방법이다. 실험결과 제안한 방법이 기존의 방법보다 검색효율이 11.6%증가됨을 알 수 있었다. 또한 영상의 밝기변화, 회전, 카메라의 위치 및 확대, 축소에 따른 영상의 공간변화에도 매우 강한 것으로 나타났다.

Image Retrieval Using Sequential Clustering and Projection Information

Tae-Sun Kim[†], Hyuk-Joon Won^{**}

ABSTRACT

In this paper we propose content based image retrieval method using sequential clustering and projection information. Proposed method uses the mean of color in clustered color regions by sequential clustering and the projection information in each clustered color regions, which combines spatial information with color information in images efficiently. The experimental results showed that the proposed method retrieval efficiency improved 11.6 percent over conventional methods. In addition, the proposed method robustly tolerates large changes in appearance and shape caused by changes in viewing positions, camera zooms, etc.

Key words: Image Retrieval(영상검색), Sequential Clustering(순차분할), Projection Information(투영정보)

1. 서 론

컴퓨터, 인터넷의 대중화 및 급속한 발전으로 그에 따른 다양한 멀티미디어 데이터베이스를 통한 영상정보의 사용이 증가하고 있다. 영상은 기존의 문자 자료에 비해 용량이 클 뿐 아니라 포함하고 있는 내용이 복잡하므로 빠르고 효율적인 검색에 있어 어려운 점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하고자 데이터베이스 영상에 대해 사용자의 간단한 명령으

로 영상을 효과적으로 쉽게 검색하고 관리하기 위한 새로운 검색기법이 연구되고 있다.

영상 데이터베이스 검색 방법은 크게 문자기반, 내용기반, 의미론에 기반을 둔 방법으로 나눌 수 있다. 내용기반 영상검색은 영상의 내용 요소인 컬러(color), 모양(shape), 질감(texture), 물체의 모양, 공간적인 관계 등과 같은 영상의 특징과 속성을 추출하여 영상 자료간의 유사성을 계산하여 영상을 검색하는 방법으로 추출한 특성벡터를 색인정보로 저장하는 시스템을 구현할 수 있다는 장점이 있어 많은 연구가 되어오고 있다.

내용기반 영상검색 기법 중 많이 사용되고 있는 컬러 히스토그램 방법[1]은 영상내의 특징을 컬러의 빈도 수 만으로 나타내는 것으로 계산이 간단하면서

※ 교신저자(Corresponding Author): 김태선, 주소: 경북 구미시 산동면 인덕리 55번지(730-850), 전화: 054)479-1216, FAX: 054)479-1215, E-mail: tskim@ikw.ac.kr
접수일: 2004년 10월 7일, 완료일: 2005년 1월 24일

[†] 정회원, 경운대학교 디지털전자공학부 교수

^{**} ㈜네오솔 영상기술연구소 연구원
(E-mail: jilju@hanmail.net)

도 효율적으로 검색할 수 있으며 영상 내에서의 물체의 이동, 회전에 대해 대처하는 장점을 가지고 있다. 그러나 영상에서 개략적 특징인 컬러 화소의 빈도수만을 나타내므로 위치정보가 누락되는 단점을 가지게 되어 유사한 히스토그램을 가진 다른 영상을 동일 영상으로 검색하게 되는 결과를 가져오게 된다. 또한, 영상을 고정 또는 가변블록으로 분할하지 않고 공간적인 관계를 표현하기 위하여 영상내에 포함하고 있는 같은 색상들이 응집되어 있는지를 파악하여 색상별로 응집과 분산표를 작성한 CCV[2]방법이 제안되었으나 여전히 공간정보의 부재문제를 충분히 해결하지 못하였다. 이를 보완하고자 컬러 정보와 공간정보를 이용하는 검색방법[3-8]이 많이 제안되었는데 그 중 영역을 순차 분할하여 영상검색에 적용한 방법[6]은 영역분할을 위해 사용된 순차영역분할의 루틴과정, 즉 대표화소를 찾은 후에 영역을 분할하였을 때 분할된 영상의 결과가 시각적으로 좋은 형태를 보이지 않는 경우가 있으며, 분할된 영역을 매칭시킬 수 있는 유사도가 떨어져 검색효율이 낮아지는 단점이 있다.

본 논문에서는 컬러 히스토그램 및 기존의 순차영역분할을 이용한 영상검색방법이 가지는 문제점을 해결하고, 검색 효율을 높이기 위해 순차영역분할된 영상의 컬러정보와 투영방법을 이용하여 공간정보를 효과적으로 결합한 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 II장에서는 기존의 순차영역분할을 이용한 영상검색방법을 서술하고, III장에서는 본 논문에서 제안한 순차영역분할과 투영정보를 이용한 영상검색에 대해 설명한다. IV장에서는 유사도 측정방법에 대해 기술하고 V장에서는 실험 및 결과를 분석, VI장에서 결론을 맺는다.

2. 기존의 순차영역분할을 이용한 영상검색 [6]

영상 내에서 특성이 동일한 영역으로 영상을 분할하기 위해 패턴인식분야에서 사용되고 있는 순차영역분할기법을 영상검색에 이용한 것으로 연속되는 일련의 자료를 군집화 하는 기법으로 처리속도가 빠른 장점을 지니고 있다. 이의 군집과정을 살펴보면 먼저 입력되는 최초의 자료를 첫 번째 군집영역의 대표값으로 초기 설정한다. 그리고 이 대표값과 뒤이은 화소값과의 거리를 계산하여 임의의 설정치와

비교하게 된다. 이 때 계산한 거리가 설정한 값에 의해 정해진 범위를 벗어나게 되면 두 번째 대표값을 가지는 화소가 되며 정해진 범위 안에 있으면 해당군집 영역에 포함되므로 다음 대표값을 찾기 위해 순차적으로 화소들을 읽어 들인다. 이런 방법으로 마지막 세 번째 대표값을 찾으면 뒤이은 화소는 읽어 들이지 않는다. 이렇게 함으로써 순차영역분할의 첫 번째 과정인 대표값을 나타내는 3개의 화소를 찾는 과정이 끝나게 된다. 두 번째 과정은 영역을 분할하는 루틴으로써 영상에서 3개의 대표값을 나타내는 화소와 그 외의 모든 화소들을 임계값에 따라 각각 거리를 계산하여 3개의 대표값 중 가장 가까운 대표값에 할당하게 함으로써 3개의 영역으로 분할되도록 한다. 즉 읽어 들이는 영상의 화소값인 p 와 군집영역 G 의 거리를 $d(p, G)$ 로 나타내면 $d(p, G) = d(p, \overline{G})$ 가 되며, 이 때 \overline{G} 는 G 의 대표값(평균값)을 나타내며, 생성된 군집영역에 입력되는 영상의 화소의 값 p 가 할당될 때마다 해당 군집영역의 대표값을 식 (1)과 같이 적응적으로 변화시킨다.

$$\overline{G}_m^{*w} = \frac{(\overline{G}_m^{old} \times n(G_m^{old})) + p}{n(G_m^{*w})} \quad (1)$$

여기서 $n(G_m^{*w})$ 는 입력 화소값 p 가 m 번째 군집영역에 할당된 상태에서 계산된 화소의 수를 나타내며, \overline{G}_m^{*w} 및 \overline{G}_m^{old} 는 각각 입력 화소값 p 가 군집영역 G_m 에 할당되기 전과 후의 대표값(평균값)을 나타낸다. 생성되는 영역의 대표값인 색상 평균값은 다음과 같이 계산된다.

$$\overline{R}_m = \sum \frac{r_m}{n_m}, \overline{G}_m = \sum \frac{g_m}{n_m}, \overline{B}_m = \sum \frac{b_m}{n_m} \quad (2)$$

$$R_m = |r - \overline{R}_m|, G_m = |g - \overline{G}_m|, B_m = |b - \overline{B}_m| \quad (3)$$

$$D = \sqrt{R_m^2 + G_m^2 + B_m^2} \quad (4)$$

$$\min(th, D) = \begin{cases} G_m, & th \leq D \\ G_{m+1}, & th > D \end{cases} \quad (5)$$

위에서, m 은 순차영역분할에 의해 생성된 군집영역의 수를 나타내고, n_m 은 m 번째 영역의 화소수를 나타낸다. $\overline{R}_m, \overline{G}_m, \overline{B}_m$ 및 r_m, g_m, b_m 는 각 영역의 RGB 3채널의 평균값 및 화소의 값을 나타내며, r, g, b 는

입력되는 화소값이다. R_m, G_m, B_m 는 m 번째 영역에서 입력되는 화소값과 해당군집영역의 평균값과의 차이이며, 식 (4)의 D 는 RGB 3채널에 대한 유클리디안 거리이다. 그리고 lh 는 분할되는 영역을 구분하기 위한 임의의 설정값이다. 영상에 순차영역 분할 방법을 적용하여 3개의 영역으로 클러스터링 한 예를 그림 1에 나타내었다.

색상정보를 고려하기 위해 분할된 영역에서 RGB 3채널의 색상 평균값을 특성벡터로 사용한다. 그리고 분할된 영역에서 공간정보를 고려하기 위한 방법으로 거리 히스토그램 방법을 사용한다. 즉 분할된 영역에 속하는 화소들의 위치를 해당영역의 무게중심으로부터 계산된 거리를 가까운 위치(near), 중간 위치(middle), 먼 위치(far)로 3등분하여 히스토그램 하여 영상의 특성벡터로 이용한다.

3. 제안한 영상검색방법

본 논문에서는 영상에서 개략적 특징인 컬러 화소의 빈도수만을 나타내므로 위치정보가 누락되는 단점을 가지는 컬러 히스토그램 방법[1]과 컬러 정보에 공간 정보를 더한 순차영역분할을 이용한 영상검색[6]이 가지고 있는 문제점, 즉 영역분할을 위해 사용된 순차분할의 루틴과정은 대표 화소를 찾은 후에 영역을 분할하였을 때 분할된 영상의 결과가 시각적으로 좋은 형태를 보이지 않는 경우가 있으며, 이로 인하여 분할된 영역을 매칭 시킬 수 있는 유사도가 떨어지는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위하여 새로운 순차영역분할방법과 투영방법을 이용하여 검색 효율을 높일 수 있는 방법을 제안한다.

제안한 방법은 기존의 순차영역분할방법에서 두 개의 루틴, 즉 대표값(색상값)이 되는 3개의 화소를 찾은 루틴과 찾은 3개의 화소와 나머지 전체 화소들의 거리(색상값차이)를 구하여 3개의 영역으로 군집화 되도록 할당하는 영역분할루틴을 하나의 루틴으

로 통합한다. 즉, 순차적으로 화소값을 읽어 들이면서 동시에 영역분할이 이뤄지도록 알고리즘화 하여 좀 더 빠르며 시각적으로도 양호한 영역 분할이 되도록 하였다. 그림 2에서 기존의 분할 방법과 제안한 방법으로 분할된 영상들의 예를 나타내었다. 그림 2(b)의 영역 분할 상태를 보면 시각적으로 푸른 배경 하늘이 하나의 영역으로 분할되지 않고 첫 번째 영역에 일부분, 그리고 두 번째 영역에 일부분으로 나누어져 있다. 이는 영상의 첫 번째 화소값이 첫 번째 대표값이 되고 그리고 그 첫 번째 대표값과 다음에 순차적으로 오는 화소값들을 비교하여 임계값을 벗어나면 두 번째 대표값, 세 번째 대표값이 되는 알고리즘으로 3개의 화소만을 먼저 추출해내어 영역분할이 이루어지는 과정으로 인한 결과이다. 이런 과정이 오히려 그림 2(b)에서 보는 것처럼 시각적으로 양호하지 못한 결과를 가져온다.

제안한 방법에서는 위와 같은 과정을 생략하고 화소값들을 순차적으로 읽어 들이면서 동시에 영역분할이 이루어지도록 하였다. 영역 분할에 있어 두 번째 영역이 시작되는 화소는 첫 번째 화소값(대표값)과의 차이(색상값)로 정하는 것이 아니라 첫 번째 화소에 순차적으로 임계값을 벗어나지 않는 화소값(색상값)들을 더하여 더한 만큼의 화소수로 나눈 색상 평균값과 비교하여 임계값을 벗어나면 두 번째 영역이 시작되는 것이다. 그림 2(b), (c)에서 좌측으로부터 첫 번째 영역, 두 번째 영역, 세 번째 영역, 합성영역을 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 제안한 순차영역분할방법이 시각적으로 볼 때 영역분할의 상태가 기존의 방법보다 좀 더 나은 결과를 보여주고 있음을 알 수 있다.

영역 분할 후 공간정보를 고려하기 위해 분할된 각 영역에 대해서 무게 중심을 구하여 무게중심으로부터 일정 거리 떨어진 정도를 5부분으로 나누어 각 부분에 대해서 한쪽 방향으로 투영(projection)시킨다. 영상이 회전되었을 때도 고려하여 투영된 영상에



(a) 원영상 (b) 첫 번째 영역 (c) 두 번째 영역 (d) 세 번째 영역

그림 1. 순차영역분할 방법에 의해 분할된 영상

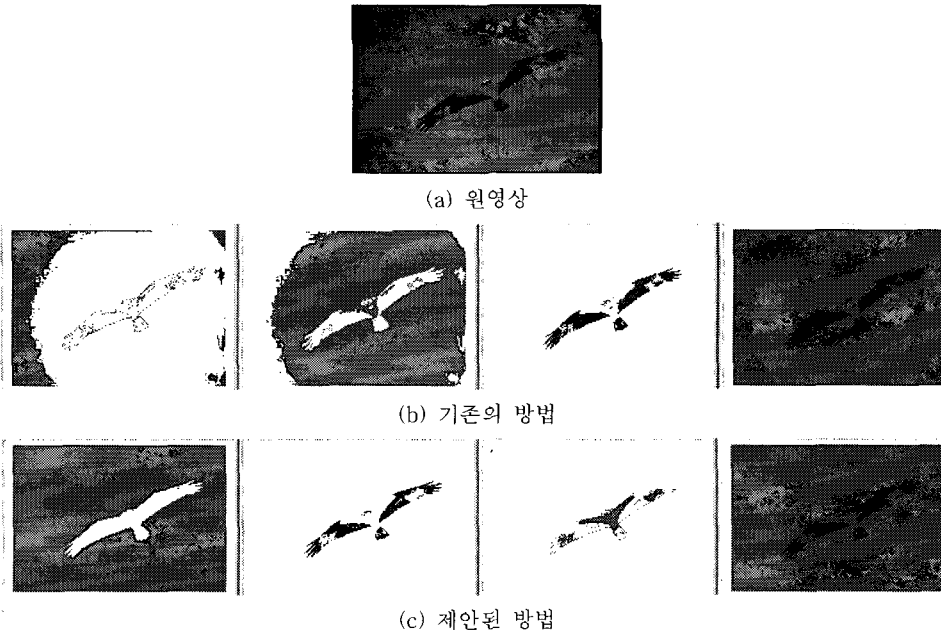


그림 2. 기존의 분할방법과 제안한 분할방법

대해 서로 교차 비교하여 회전된 영상에 대해서도 인식 가능성을 높일 수 있다. 그림 3에 각 영역에 대

한 투영방법을 나타내었다.

그림 4는 원래의 영상에 대해 영상의 회전을 고려

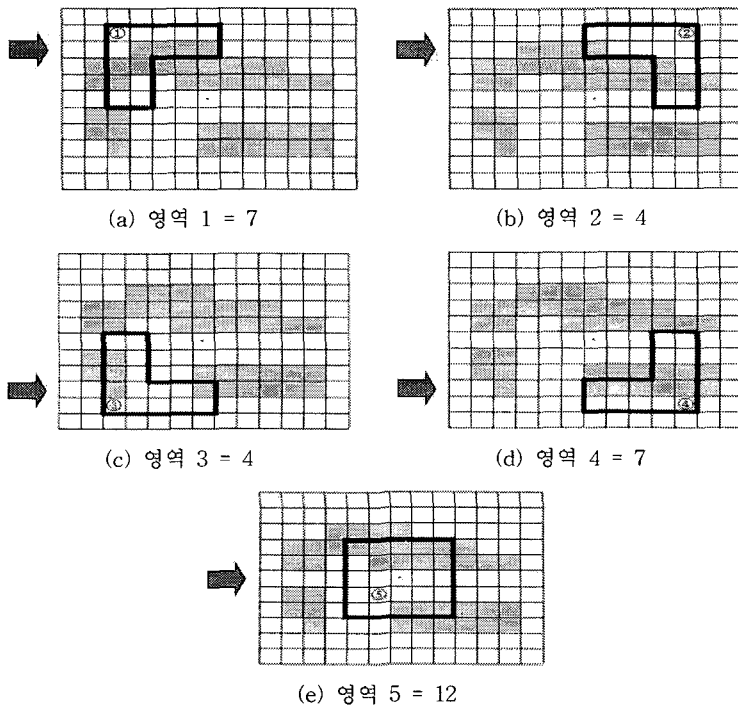


그림 3. 각 영역에 대한 투영방법

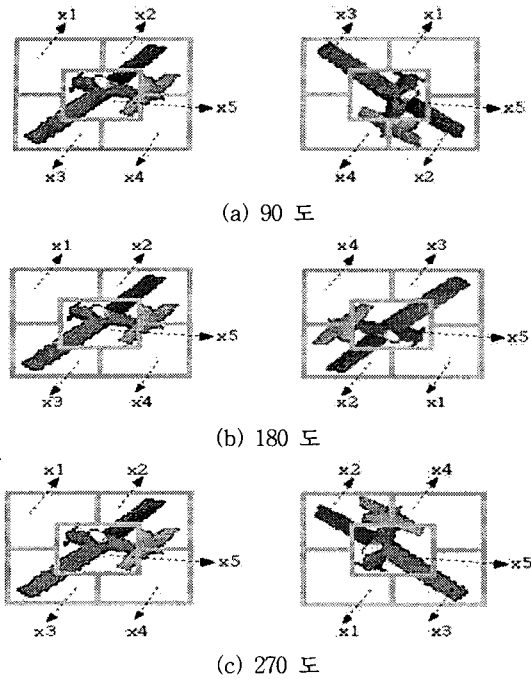


그림 4. 회전된 영상에 대한 비교

한 것으로 90도씩 회전한 경우의 투영벡터, 즉 투영된 5부분에 대해 화소수들이 어떻게 매칭 되는지를 보여주고 있다. 그림 4의 (a)를 예로 들면 원래영상의 좌측 상단 x1 부분은 90도 회전된 영상의 우측 상단 x1 부분과 일치된다. 질의 영상과 데이터베이스 영상에서의 한 방향으로 투영된 5부분에 대한 각 화소들의 합을 수평방향에 대해 각각 $(x_{q1}, x_{q2}, x_{q3}, x_{q4}, x_{q5})$ 및 $(x_{d1}, x_{d2}, x_{d3}, x_{d4}, x_{d5})$ 라 할 때 유사도 비교는 식 (6)~(9)에 나타내었다. 식 (6)은 회전하지 않은, 즉 0도 일때의 두 영상간의 유사도를 나타내며 식(7)은 90도 회전, 식(8)은 180도 회전, 식(9)는 270도 회전을 고려

했을 때의 유사도를 나타내었다. 따라서 0도, 90도, 180도, 270도 회전한 경우를 고려하여 식(10)에서 보는바와 같이 4가지 경우 중 가장 작은 값을 택하여 유사도를 높일 수 있도록 하였다.

$$PS_1 = |x_{q1} - x_{d1}| + |x_{q2} - x_{d2}| + |x_{q3} - x_{d3}| + |x_{q4} - x_{d4}| + |x_{q5} - x_{d5}| \quad (6)$$

$$PS_2 = |x_{q1} - x_{d2}| + |x_{q2} - x_{d4}| + |x_{q3} - x_{d1}| + |x_{q4} - x_{d3}| + |x_{q5} - x_{d5}| \quad (7)$$

$$PS_3 = |x_{q1} - x_{d4}| + |x_{q2} - x_{d3}| + |x_{q3} - x_{d2}| + |x_{q4} - x_{d1}| + |x_{q5} - x_{d5}| \quad (8)$$

$$PS_4 = |x_{q1} - x_{d3}| + |x_{q2} - x_{d1}| + |x_{q3} - x_{d4}| + |x_{q4} - x_{d2}| + |x_{q5} - x_{d5}| \quad (9)$$

$$Projection \sim ilarity = \min PS_k \quad k = 1, \dots, 4 \quad (10)$$

본 논문에서 제안하는 투영정보는 하나의 분할된 영역에서 5개의 정보를 가지게 되어 위치정보를 적은 정보량으로 고려할 수 있으므로 컬러히스토그램의 단점인 공간정보 부재의 문제를 해결할 수 있다.

기존의 순차영역분할기법을 영상검색에 이용한 방법은 유사도 계산에서 검색 효율이 떨어지는 결과를 나타내었다. 유사도를 측정함에 있어 순차영역분할(sequential clustering)은 입력되는 화소순서, 즉 최초의 입력화소가 첫 번째 영역으로 지정되고 그 후 임계값에 의해 두 번째, 세 번째 영역이 지정된다. 그림 5에서 보는 바와 같이 유사한 영상이라도 분할된 영역의 순서가 일치하지 않는 경우가 존재한다. 이로 인해 식 (11)만을 적용한다면 매칭 시킨 결과 차이가 커지게 되어 유사한 영상을 순위 내에 검색하지 못하게 되는 경우가 발생한다. 이를 고려하기 위해 6가지 경우의 수를 이용하여 distance, 즉 6가지 중에

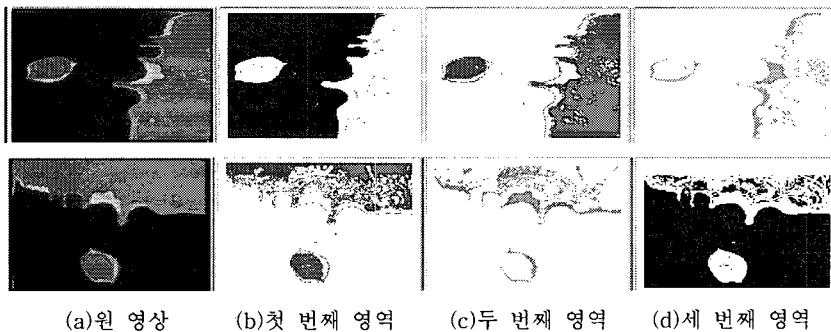


그림 5. 기존의 순차분할방법에 의한 분할된 영역

$dc + d\theta + dp$ 값이 최소가 되는 값을 선택하도록 한다. dc 는 RGB 공간에서 색상 평균값의 차이를 나타내고 $d\theta$ 는 RGB 공간에서 색상의 방향성을 고려한 두 개의 θ 값들의 차이를 나타내고 dp 는 각 영역에 대해 투영에 대한 화소값들의 합산차이를 나타낸다. 두 영상에 대한 유사도 측정은 다음과 같다.

$$S(dc + d\theta + dp)_1 = |f_q - f_d| + |s_q - s_d| + |t_q - t_d| \quad (11)$$

$$S(dc + d\theta + dp)_2 = |f_q - f_d| + |s_q - t_d| + |t_q - s_d| \quad (12)$$

$$S(dc + d\theta + dp)_3 = |f_q - s_d| + |s_q - t_d| + |t_q - f_d| \quad (13)$$

$$S(dc + d\theta + dp)_4 = |f_q - s_d| + |s_q - f_d| + |t_q - t_d| \quad (14)$$

$$S(dc + d\theta + dp)_5 = |f_q - t_d| + |s_q - f_d| + |t_q - s_d| \quad (15)$$

$$S(dc + d\theta + dp)_6 = |f_q - t_d| + |s_q - s_d| + |t_q - f_d| \quad (16)$$

$$\sim ilarity = \min S(dc + d\theta + dp)_k \quad k = 1, \dots, 6 \quad (17)$$

위의 식에서 f 는 첫 번째 영역을 나타내고 s 는 두 번째 영역, t 는 세 번째 영역을 나타낸다. q 는 질의 영상을, d 는 데이터베이스 영상을 나타낸다. 6가지 경우에서 각 각에 대해 0도, 90도, 180도, 270도 회전각을 고려하여 식(17)과 같이 최소가 되는 $S(dc + d\theta + dp)_k$ 값을 선택하여 유사도를 높일 수 있다.

4. 유사도 계산 및 평가

본 논문에서 질의 영상 Q 와 검색 대상 영상 I 와의 유사도 측정을 위해 유클리디안 거리함수를 이용한다.

$$D(Q, I) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |E_{ij} - E'_{ij}| \quad (18)$$

식(18)에서 Q 는 질의영상, I 는 데이터 베이스영상을 나타낸다. 그리고 E_{ij} , E'_{ij} 는 각각 질의영상 Q 의 특징 값과 데이터베이스내의 영상의 특징 값이다. 색 정보는 3개로 분할된 각 영역에 대한 색상평균값과 그림 6에서 보는 바와 같이 RGB 공간에서 색상의 방향성을 고려한 θ 값 2개 그리고 각 영역에 대해 한 방향으로 투영하여 얻은 화소의 개수이므로 각각의 유사도를 계산한 후 식(19)와 같이 각 특성에 가중치를 주어 전체 유사도 S_T 를 구할 수 있다.

$$S_T = \frac{w_1 \cdot dc + w_2 \cdot d\theta + w_3 \cdot dp}{w_1 + w_2 + w_3} \quad (19)$$

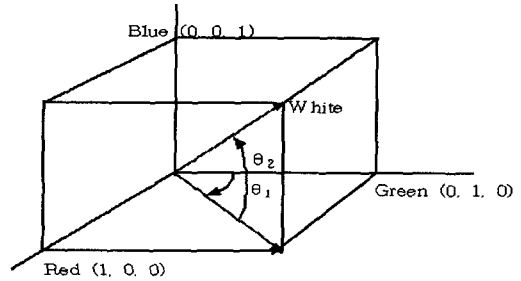
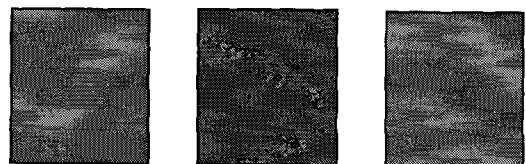


그림 6. RGB 컬러 공간

그림 6과 같은 RGB 공간에서 색상의 방향성을 고려할 때 같은 축상에 있는 두 벡터간의 거리와 예각을 낀 두 벡터간의 거리가 같은 경우가 존재한다. 예를 들어 질의 영상의 RGB 성분이 (100, 100, 100)이고 데이터베이스 영상의 RGB 성분이 각각 (70, 70, 70), (70, 130, 70)일 경우 벡터 종점간의 거리를 나타내는 식 (20)을 사용하면 그림 7에서 보는 바와 같이 색상이 다름에도 불구하고 질의 영상과 데이터베이스 영상의 색상차이는 같게 된다. 같은 방향(같은 축)에 있는 벡터 간 차이가 적음을 알 수 있다. 따라서 방향성을 고려하여 영상에 대한 색상 유사도에 대한 효율을 높일 수 있다.

$$D_{(q-d)} = \sqrt{(R_q - R_d)^2 + (G_q - G_d)^2 + (B_q - B_d)^2} \quad (20)$$

검색성능을 판단하기 위해 아래 식 (21)과 같이 검색효율을 구한다. 여기서 N 은 데이터 베이스 내에 있는 영상 중 질의영상과 유사한 영상의 수이며, 주어진 질의 영상에 따라 달라질 수 있다. R 은 검색결과로 고려할 순위, n 은 검색된 영상 중 질의영상과 유사한 영상의 개수이다. N 이 R 보다 큰 경우 n/R 로 계산하는 이유는 일정한 순위 내의 결과만을 검색되었다고 인정하기 때문이다. 결과적으로 검색효율 (η)은 0에서 1사이의 정규화된 값을 가지며 검색효율이 좋을수록 1에 가까운 값을 가지게 된다.



(100, 100, 100) (70, 70, 70) (70, 130, 70)

그림 7. 동일한 벡터 거리를 갖는 컬러성분

$$\eta = \begin{cases} \frac{n}{N} & \text{if } N \leq R \\ \frac{n}{R} & \text{if } N > R \end{cases} \quad (21)$$

5. 실험 및 결과

본 논문의 실험에 사용한 영상은 berkey 대학의 “BlobWorld” 시스템[9]에서 사용된 192×128 크기의 TIFF 영상을 사용하였다. 672개의 자연영상 및 동물 영상 등을 사용하였다. 질의 영상으로는 70개를 선정하여 query by example 형식으로 실험하였다. 그리고 순차 영역 분할을 하기 위한 임계값은 실험에 의한 값인 55로 하였으며 가중치 w_1, w_2, w_3 는 각각 2, 1, 0.5를 주어 실험하였다. 실험결과는 객관성을 확보하기 위하여 컬러 히스토그램, CCV, 기존의 순차영역 분할을 이용한 영상검색방법[6]을 본 논문에서 제안한 방법과 비교 분석하였다.

그림 8에는 회전된 경우의 영상에 대한 검색 예를 나타내었다. 질의 영상과 시각적으로 가장 유사한 영상의 검색 순위를 나타내었다, 기존의 순차영역분할 방법으로 검색하였을 경우에는 162위, 제안한 방법으로 검색하였을 경우에는 2위로 검색되었다. 기존의 순차영역분할방법이 현저히 떨어지는 검색 순위를 나타내고 있는데 이는 영역 분할 방법 및 분할된 영역, 즉 유사 영역간의 매칭을 고려하지 않는 유사도로 인해 오히려 컬러 히스토그램, CCV 보다 낮은 순위 결과를 나타내고 있다.

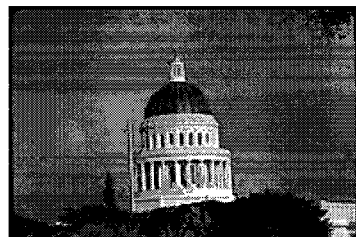
이 결과는 제안한 방법이 순차적으로 화소값을 읽어 들이면서 동시에 영역분할이 이뤄지도록 두개의 루틴, 즉 대표값(색상값)이 되는 3개의 화소를 찾는 루틴과 찾은 3개의 화소와 나머지 전체 화소들의 거리(색상값 차이)를 구하여 3개의 영역으로 군집화 되도록 할당하는 영역분할 루틴을 갖는 기존의 순차영역분할방법보다 시각적으로 양호한 영역분할이 되었기 때문이다.

그림 9에는 밝기변화가 있는 경우의 영상에 대한 검색 예를 나타내었다. 컬러 히스토그램으로 검색하였을 경우에는 339위, CCV로 검색하였을 경우에는 35위, 기존의 순차영역분할방법은 24위, 제안한 방법으로는 7위로 검색되었다. 검색결과 컬러 히스토그램 방법이 아주 취약함을 알 수 있고 제안한 방법이 기존의 순차영역분할방법에 비해서 영상의 밝기 변화에도 강인한 특성을 갖는다는 것을 알 수 있었다. 이 결과는 제안한 방법이 전체 영상에 대해 어느 정도의 밝기 변화에 대해서는 비슷한 형태, 즉 분할된 영역의 색상 평균값을 가지게 되므로 이것을 이용한 영역분할은 시각적으로 크게 벗어나지 않는 영상에 대해 좋은 결과를 나타내기 때문이다.

그림 10에는 카메라의 위치변화 영상에 대한 검색 예를 나타내었다. 컬러 히스토그램으로 검색하였을 경우에는 41위, CCV로 검색하였을 경우에는 68위, 기존의 순차영역분할방법으로 검색 하였을 경우에는 32위, 제안한 방법으로는 25위로 검색되었다. 검색결과 영상에서 카메라의 위치변화에 따른 확대, 축



(a) Query Image

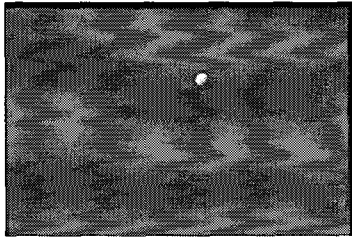


(b) Desired Image

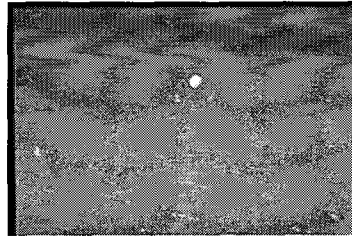
Method	Retrieval Rank
Color histogram	98
CCV	19
Sequential Clustering method[5]	162
Proposed method	2

(c) Retrieval Rank of Desired Image

그림 8. 회전된 유사 영상에 대한 검색 결과



(a) Query Image



(b) Desired Image

Method	Retrieval Rank
Color histogram	339
CCV	35
Sequential Clustering method[5]	24
Proposed method	7

(c) Retrieval Rank of Desired Image

그림 9. 밝기 변화에 대한 검색 결과



(a) Query Image

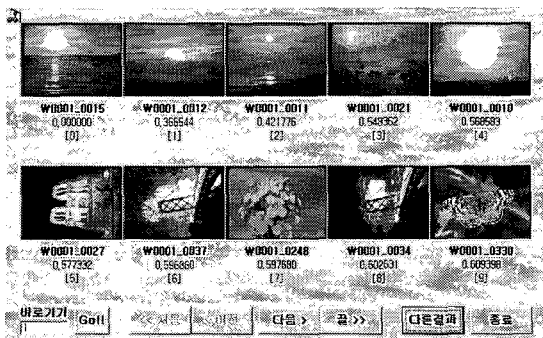


(b) Desired Image

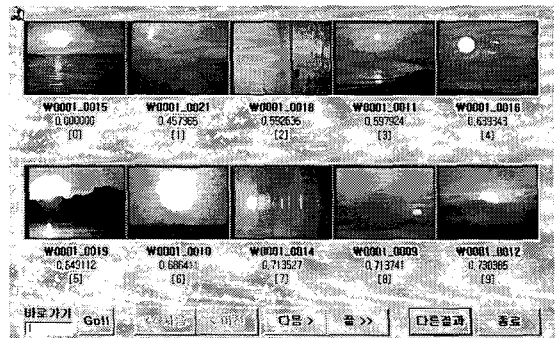
Method	Retrieval Rank
Color histogram	41
CCV	68
Sequential Clustering method[5]	32
Proposed method	25

(c) Retrieval Rank of Desired Image

그림 10. 카메라의 위치변화영상에 대한 검색 결과



(a) Sequential Clustering method



(b) Proposed method

그림 11. 질의 영상에 대한 유사영상 검색 결과

소가 큰 경우에는 CCV방법이 순위가 가장 떨어지고 제안한 방법은 기존의 순차영역분할방법으로 검색 하였을 때보다 좋은 결과를 나타냄을 알 수 있었다.

그림 11은 노을 영상(0001_0015)에 대한 검색된 결과의 예를 나타내었다. (a)는 기존의순차영역분할을 이용한 방법, (b)는 제안된 방법을 이용한 영상 검색 결과이다. 그림에서 좌측 상단의 첫 번째 영상이 질의 영상이고 질의 영상과 유사성이 높은 영상부터 우측으로 검색 순위별로 나타내었다.

그림 11의 결과에서 볼 수 있듯이 제안된 방법이 기존의 순차영역분할을 이용한 방법보다 유사한 영상이 상위에 많이 검색되는 것을 알 수 있었다.

제안된 방법의 검색시스템의 효율을 알아보기 위해 표 1에서 질의 영상과 시각적으로 유사한 영상이 주어진 순위 안에서 검색되어질 성공률을 나타내었다. 제안된 방법이 5위 이내에 74.8%, 10위 이내에 73.5%의 영상이 검색되어 기존의 방법들에 비해 전반적으로 우수하다는 것을 알 수 있었다.

표 1. 검색 성공률

Method	Rank 5	Rank 10
Color histogram	52.1%	53.7%
CCV	59.8%	55.2%
Sequential Clustering [6]	63.2%	55.4%
Proposed method	74.8%	73.5%

6. 결 론

본 논문에서는 영상검색 방법의 하나인 내용에 기반을 둔 검색방법으로 효율적인 색인 정보 저장을 위해 새로운 순차영역분할방법과 투영방법을 이용하여 검색효율을 높일 수 있는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 영상의 컬러 정보와 공간 정보를 효과적으로 결합한 계산이 간단한 방법으로 컬러 히스토그램의 공간부재 문제를 해결하며 또한 순차영역분할에 적합한 유사도를 제안하여 검색 효율을 증가시킬 수 있었다. 실험 결과 상위 5위 안에 검색될 성공률을 비교해 보면, 제안한 방법이 74.8%의 검색 성공률을 보여 컬러히스토그램 52.1%, CCV 59.8%, 기존의 순차영역분할방법에 의한 영상검색[6] 63.2%의 검색 성공률에 비해 우수한 검색결과를 나타냄을 알 수 있었다. 또한 영상에서 밝기변화, 회전, 위치변화

에도 검색 성능을 높일 수 있었다.

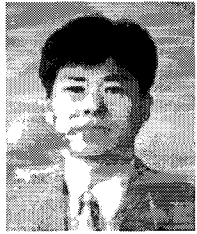
색상에 의한 영역분할을 하였으므로 향후 복잡하고 질감에 관한 영상, 예를 들면 비슷한 색상에서의 질감 변화, 다양한 색상을 가진 영상에 대해서 효율적인 영역분할방법, 영상의 특징들을 효과적으로 비교할 수 있는 유사도에 대한 연구를 통해 검색 효율을 더욱 개선할 수 있으리라 전망된다.

참 고 문 헌

- [1] Michael J. Swain and Dana H. Ballard, "Color Indexing," *International Journal of Computer Vision*, Vol. 7, No. 1, pp. 11-32, 1991.
- [2] Greg Pass, Ramin Zabih, and Justin Miller, "Comparing Images Using Color Coherence Vectors," *ACM Conference on Multimedia*, Boston, Massachusetts, November 1996.
- [3] W. Hsu, T. S. Chua, and H. K. Pung, "An Integrated Color-Spatial Approach to Content-based Image Retrieval," *Proceedings of ACM Multimedia, Sanfrancisco*, pp. 305-313, November 1995.
- [4] J. Huang and R. Zabih, "Combining Color and Spatial Information for Content-based Image Retrieval," *In: European Conference on Digital Libraries*, September 1998.
- [5] Moghaddam B., Biermann H., and Margaritis D., "Image Retrieval with Local and Spatial Queries," *Image Processing, 2000 International Conference*, Vol. 2, pp. 542-545, Sept. 2000.
- [6] 장 정동, 이 태홍, "색상분할영역에서 거리 히스토그램을 이용한 영상검색," *한국통신학회 논문지*, Vol. 26, No. 7B, pp. 968-974, 7, 2001.
- [7] Jia Kebin, Fang Sheng, and Zhu Qing, "Rotation and Translation Invariant Color Image Retrieval," *Signal Processing, 2002 International Conference*, Vol. 2, pp. 1063-1066, Aug. 2002.
- [8] Khanh Vu, Hua K. A., and Tavanapong W., "Image Retrieval Based on Regions of Interest," *Knowledge and Data Engineering*,

IEEE Transactions, Vol. 15, pp. 1045-1049, Aug. 2003.

[9] Chad Carson, Megan Thomas, Serge Belongie, Joseph M. Hellerstein, and Jitendra Malik, "Blobworld: A System for Region-Based Image Indexing and Retrieval," *University of California, Berkely*, 1999.



김 태 선

1985년 2월 영남대학교 전자공학과 졸업
1991년 8월 한양대학교 산업대학원 전자공학과 졸업(석사)
1991년 8월~1995년 3월 LG전자 구미 TV연구소 주임

연구원

2001년 2월 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
2001년 3월~현재 경운대학교 디지털전자공학부 교수
관심분야: 영상처리, 영상 시스템, 신호처리 등



원 혁 준

2001년 2월 영남대학교 전자공학과 졸업
2003년 2월 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
2003년 3월~현재 ㈜네오솔 영상기술연구소 연구원

관심분야 : 영상처리, 신호처리 등