

영역의 크기 변화에 강인한 영상 검색을 위한 칼라 크로스-코렐로그램

안 명 석[†] · 조 석 제^{††}

요 약

본 논문에서는 효과적인 영상검색을 위한 특징으로 칼라 크로스-코렐로그램(color cross-correlogram)을 제안한다. 칼라 크로스-코렐로그램은 영상에서 일정 거리에 있는 두 화소에 서 다른 칼라가 나타날 확률을 나타낸 것으로, 영상에 존재하는 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기 정보를 포함하지 않는다. 그래서 영상에 존재하는 영역의 크기 변화에 대해 강인하게 영상을 검색할 수 있다. 실험을 통해 제안한 방법은 영상의 물체 크기 변화에 강인하게 영상을 검색할 수 있음을 확인하였고, 칼라 코렐로그램을 이용한 검색보다 우수한 성능을 나타냄을 확인 하였다.

The Color Cross-Correlogram for the Robust Image Retrieval in the Size Change of Regions

Myong Seok An[†] · Seok Je Cho^{††}

ABSTRACT

This paper proposes the color cross-correlogram and its extraction method for efficient image retrieval. Color cross-correlogram represents the probability that different colors are existed at any two pixels whose distance is fixed in an image. Color cross-correlogram doesn't have the information about the region size that has a color, so color cross-correlogram can have good performance in retrieving images that have different size color regions. The experiments say that we can get the good retrieval results in the images that have various size color regions, and get the better retrieval results when using color cross-correlogram than those of retrieval using color correlogram.

키워드 : 내용기반 영상검색(Content-based Image Retrieval), 칼라 코렐로그램(Color Correlogram), 칼라 크로스-코렐로그램(Color cross-correlogram)

1. 서 론

인터넷과 멀티미디어 기술이 발전함에 따라 영상 데이터의 양이 급속히 증가하고 있다. 증가하는 데이터를 효과적으로 관리하기 위해 내용기반 영상검색에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며[1-4], 특히 영상검색을 위한 효과적인 특징 추출에 대한 관심이 높다[5-7]. 최근 영상의 변화에 강인한 칼라 정보를 이용하여 검색을 위한 특징을 얻는 방법이 연구되고 있다[5-7]. 그 중 칼라 코렐로그램(color correlogram)은 다른 특징들에 비해 영상검색 결과가 비교적 우수한 것으로 알려지고 있다[7-11].

칼라 코렐로그램은 영상에 존재하는 화소의 칼라에 대해 일정 거리에 있는 다른 화소에 어떤 칼라가 나타나는지를 2차원 확률로 나타낸 것이다. 이는 영상에 존재하는 물체의 크기 정보와 화소 사이에서 변하는 칼라 정보를 모두 포함하기 때문에 칼라 히스토그램[5]등을 이용할 때보다 우수한 영상검색 성능을 얻을 수 있다. 칼라 코렐로그램을 이용한 영상검색 방법으로 칼라 코렐로그램의 유사도를 단순

히 측정하여 검색하는 방법[7-9], 예에 의한 질의(query by example)와 칼라 동시 발생 행렬(color co-occurrence matrix)을 이용하여 영상을 검색하는 방법[10] 그리고 분할된 영상에서 칼라 코렐로그램을 얻어 영상검색을 검색하는 방법[11]등이 있다.

칼라 코렐로그램은 영상에 존재하는 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기가 변할 때 칼라 코렐로그램의 오토-코렐로그램(auto-correlogram) 영역의 빈(bin)의 값이 변한다. 그래서 이 때의 칼라 코렐로그램은 같은 의미를 가지는 영상에서 얻어진 것이라도, 각 빈의 값이 달라져 영상검색 결과가 좋지 않게 나타나는 문제점이 있다.

본 논문에서는 영상에 존재하는 영역의 크기에 영향을 받지 않고 영상검색을 할 수 있는 특징으로 칼라 크로스-코렐로그램(cross-correlogram)을 제안한다. 이는 영상의 한 화소의 칼라에 대해 일정 거리에 떨어진 화소에 다른 칼라가 나타날 확률을 나타낸 것이다. 칼라 크로스-코렐로그램은 영상의 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기 정보를 배제하기 때문에, 기존의 칼라 코렐로그램이 가지는 영역의 크기 변화에 따른 검색 성능 저하 문제를 해결할 수 있다. 실험을 통해 제안한 칼라 크로스-코렐로그램은 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기가 달라지는 영상뿐만 아니라, 일반적인 영상의

※ 이 논문은 2002년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.

† 준 회원 : (주)파마

†† 종신회원 : 한국해양대학교 기계/정보공학부 제어계측공학과 교수

논문접수 : 2001년 11월 5일, 심사완료 : 2002년 10월 23일

경우에도 우수한 검색 성능을 나타냄을 확인하였다.

2. 칼라 코렐로그램

칼라 코렐로그램은 영상의 모든 화소의 칼라에 대해 일정 거리가 떨어진 화소에 어떤 칼라가 나타날지를 2차원 확률로 나타낸다[7]. m 개의 칼라로 양자화된 영상 I 에서 화소간의 거리가 k 인, 칼라 C_i 와 C_j 에 대한 칼라 코렐로그램 $\gamma_{C_i, C_j}^k(I)$ 는 식 (1)과 같다.

$$\gamma_{C_i, C_j}^k(I) = \Pr_{p_a \in I_C} [p_b \in I_C, \|p_a - p_b\| = k] \quad (1)$$

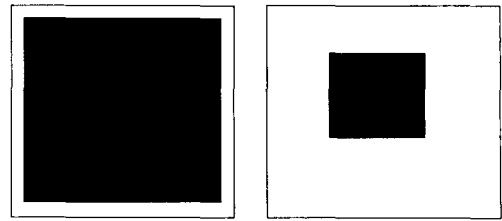
여기서, $\Pr[\cdot]$ 은 내부 조건을 만족하는 확률, $i, j=0, 1, \dots, m-1$ 이고 m 은 양자화된 칼라의 개수이다. I_{C_i} 와 I_{C_j} 는 영상에서 i 와 j 번째 칼라를 가지는 모든 화소를 나타낸다. 화소 p_a 와 p_b 간의 거리 $\|p_a - p_b\|$ 는 식 (2)와 같다.

$$\|p_a - p_b\| = \max(|x_a - x_b|, |y_a - y_b|) \quad (2)$$

여기서, 각 화소의 좌표는 $p_a = (x_a, y_a) \in I$, $p_b = (x_b, y_b) \in I$ 이다. 이때, $C_i = C_j$ 일 경우를 칼라 오토-코렐로그램이라 한다. 여기에는 영상의 한 화소가 가지는 칼라와 같은 칼라를 가지는 화소들이 그 주위에 얼마나 분포되어 있는지에 대한 정보를 가지는데, 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기 정보를 포함한다. 또, 칼라 코렐로그램의 대부분의 에너지는 이 영역에 나타난다. 그리고 $C_i \neq C_j$ 일 경우를 칼라 크로스-코렐로그램이라 한다. 여기에는 화소 사이에서 달라지는 칼라의 정보를 포함한다.

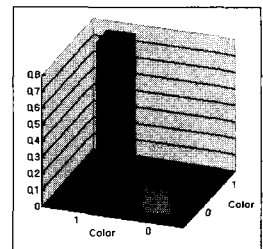
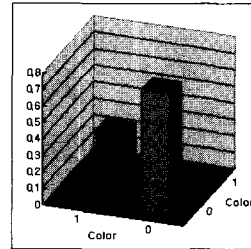
인위적이지 않은 영상에서 얻어진 칼라 코렐로그램은 화소 간 거리 k 가 커질수록, 얻어지는 칼라 코렐로그램의 오토-코렐로그램 값은 작아지고, 크로스-코렐로그램 값은 커진다. 즉, 큰 값의 k 에서 획득된 칼라 코렐로그램은 하나의 칼라를 가지는 영역의 정보의 비율보다 화소간에서 달라지는 칼라 정보의 비율이 높다. 그래서 이때의 칼라 코렐로그램을 이용한 영상검색은 작은 값의 k 에서 얻어진 칼라 코렐로그램을 이용할 때보다 영상검색 성능이 우수하다.

칼라 코렐로그램은 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기 정보를 너무 많이 고려한다. 그래서 이 영역의 크기가 변하는 영상에서 칼라 코렐로그램을 얻어 영상을 검색하면, 검색 성능이 나빠진다. (그림 1)은 영상의 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기가 변함에 따라 칼라 코렐로그램이 달라지는 모습을 보이고 있다. (그림 1)(a)와 (그림 1)(c)는 검은색 사각형의 크기만 다를 뿐, 같은 내용의 영상이다. 그림에서 검은색을 색 0, 흰색을 색 1로 했을 때, (그림 1)(c)와 (그림 1)(d)는 화소간 거리 k 가 1일 때, (그림 1)(a)와 (그림 1)(b)에서 얻은 칼라 코렐로그램을 각각 나타낸다. 여기서 사각형의 크기가 변함에 따라 칼라 코렐로그램의 빈의 값이 달라지는 것을 확인할 수 있다. 이렇게 달라지는 칼라 코렐로그램을 이용해 영상검색을 했을 경우, 좋은 검색 결과를 기대하기 어렵다.



(a) 영상 A

(b) 영상 B



(c) 영상 A의 칼라 코렐로그램 (d) 영상 B의 칼라 코렐로그램
(그림 1) 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기가 변할 때의 칼라 코렐로그램($k=1$)

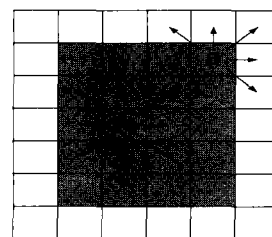
그리고, 칼라 코렐로그램의 대부분의 정보가 오토-코렐로그램 영역에 존재하기 때문에, 영상검색을 할 때 칼라 크로스-코렐로그램 영역의 정보가 무시되는 경향이 있다. 그러나 화소간에서 변하는 칼라에 대한 정보는 영상검색에서 중요한 정보이기 때문에 영상검색에 그 정보를 효율적으로 활용할 필요가 있다[11].

3. 칼라 크로스-코렐로그램

본 논문에서는 기존의 칼라 코렐로그램이 영상에서 하나의 칼라를 가진 영역의 크기가 변할 때 영상검색 성능이 떨어진다는 문제와 오토-코렐로그램 영역 이외의 부분을 영상검색에서 크게 고려하지 않는 문제를 해결하기 위해, 칼라 크로스-코렐로그램을 제안한다.

칼라 크로스-코렐로그램은 칼라가 서로 다른 두 화소에서 획득된다. (그림 2)의 화소 B에서와 같이 주위에 다른 칼라 값을 가지는 화소가 나타날 때마다 칼라 크로스-코렐로그램의 각 칼라 빈의 값을 증가시킨다. 그리고 증가된 모든 빈의 값으로 정규화(normalization)하여 칼라 크로스-코렐로그램을 얻는다. 이를 식으로 나타내면 식 (3)과 같다.

$$\rho_{C_i, C_j}^k(I) = \Pr_{p_a \in I_C} [p_b \in I_{C_j \neq C_i}, \|p_a - p_b\| = k] \quad (3)$$



(그림 2) 칼라 크로스-코렐로그램 획득 방법

즉, 칼라 크로스-코렐로그램은 (그림 2)에서 A, B와 같은 기준 화소에 대해 거리 k 만큼 떨어진 화소에서 기준 화소와 다른 칼라가 나타날 확률을 나타낸다. 식 (3)에 의해 얻어진 칼라 크로스-코렐로그램은 영상에서 얻어진 칼라 코렐로그램의 오토-코렐로그램 영역을 제외한 나머지 부분만을 정규화한 것과 같다.

영상의 칼라가 2bit으로 이루어져 있을 때 얻어지는 칼라 크로스-코렐로그램은 (그림 3)의 형태로 나타난다. (그림 3)에서 $C_i \neq C_j$ 인 영역, 즉 \bullet 마크가 되어 있는 영역이 칼라 크로스-코렐로그램이다.

칼라	0	1	2	3
0		\bullet	\bullet	\bullet
1	\bullet		\bullet	\bullet
2	\bullet	\bullet		\bullet
3	\bullet	\bullet	\bullet	

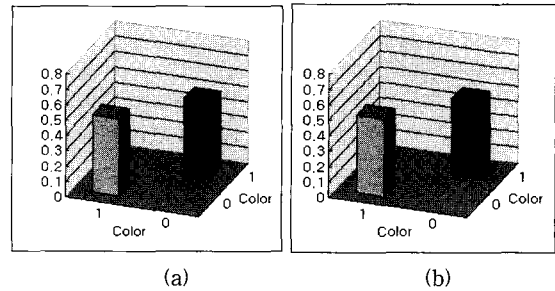
(그림 3) 칼라 크로스-코렐로그램

화소간 거리 k 가 1일때, 식 (3)을 이용해 (그림 1)(a)와 (그림 1)(b)의 칼라 크로스-코렐로그램을 얻으면 (그림 4)와 같다. 여기서 칼라 크로스-코렐로그램은 (그림 1)(c)와 (그림 1)(d)의 오토-코렐로그램 영역을 제외한 나머지 부분을 정규화한 것과 같다는 것을 알 수 있다. 그래서 화소간에서 변하는 칼라 정보를 보다 더 영상검색에 사용할 수 있다. 그리고 영상의 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기에 상관 없이 모양이 같게 나타난다는 것도 확인 할 수 있다. (그림 5)는 자연 영상에서 얻어진, 화소간 거리 k 가 2일 때의 칼라 코렐로그램과 칼라 크로스-코렐로그램이다. (그림 5)(b)에서 칼라 코렐로그램은 오토-코렐로그램 영역의 정보 비중이 커, 크로스-코렐로그램 영역의 정보가 거의 나타나지 않는 것을 알 수 있다. 그러나 (그림 5)(c)에서는 칼라 크로스-코렐로그램은 오토-코렐로그램 이외의 영역 정보를 보다 크게 고려한다는 것을 알 수 있다.

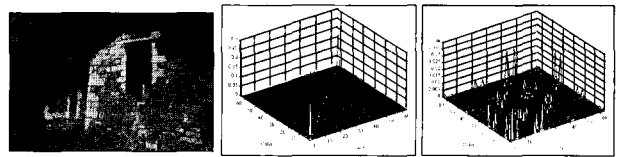
칼라 크로스-코렐로그램은 칼라 코렐로그램의 대각 요소(diagonal elements)를 기준으로 대칭으로 나타난다. 그래서 영상이 m 개의 칼라로 양자화 되었을 경우, 실제 검색을 위한 정보를 가지고 있는 bin의 개수는 $\frac{m(m-1)}{2}$ 이다. 만약 2가지 칼라로 양자화된 모든 영상에서 칼라 크로스-코렐로그램은 (그림 4)와 같이 나타난다. 즉 일정 수 이하로 칼라 양자화된 영상에서 얻어진 칼라 크로스-코렐로그램을 이용해서는 영상을 잘 검색하기 힘들다.

칼라 크로스-코렐로그램은 화소간 거리 k 인 두 화소에서 서로 다른 칼라가 나타날 확률을 나타낸 것이다. 이는 두 화소간의 에지 정보로도 생각할 수 있다. 그런데 큰 k 값을 이용해 칼라 크로스-코렐로그램을 얻을 경우, 두 화소 사이에 두 화소의 칼라 이외의 다른 칼라를 가진 화소가 나타날 가능성이 있다. 그래서 이때의 칼라 크로스-코렐로그램은 영상의 에지 정보를 제대로 포함하기가 힘들어진다. 그래서 적당한 k 값을 적용함으로써 좋은 검색 결과를 얻을

수 있는 칼라 크로스-코렐로그램을 얻을 수 있다.



(그림 4) (그림 1)의 칼라 크로스-코렐로그램($k=1$); (a) 영상 A의 칼라 크로스-코렐로그램, (b) 영상 B의 칼라 크로스-코렐로그램



(a) 자연 영상 (b) 칼라 코렐로그램 (c) 칼라 크로스-코렐로그램

(그림 5) 자연 영상에서 얻어진 칼라 코렐로그램과 칼라 크로스-코렐로그램($k=2$)

칼라 크로스-코렐로그램은 칼라 코렐로그램의 오토-코렐로그램을 제외한 나머지 영역만을 정규화한 것이기 때문에 하나의 칼라를 가지는 물체의 크기 정보를 포함하지 않는다. 그리고 일정거리에 있는 두 화소에서 변하는 칼라 정보를 효과적으로 표현한다. 이를 이용하면 영상에 존재하는 물체의 크기변화에 강인하게 영상검색을 할 수 있어, 보다 효과적으로 사용할 수 있다.

4. 실험 및 고찰

제한한 특징의 영상검색 성능을 평가하기 위해, 영상 내의 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기 변화에 제안한 특징의 강인성을 확인하기 위한 실험, 칼라 양자화에 따른 칼라 크로스-코렐로그램의 성능에 대한 실험을 하였다. 실험으로 같은 의미를 가지지만 영상내의 물체 크기가 다른 4장의 합성 영상을 이용하여 각 영상간의 유사도를 측정하였다. 그리고 실제 영상검색에서 제안한 특징의 유용성을 확인하기 위한 실험으로 5466장의 서로 다른 영상을 이용해 영상검색을 하는 실험이다. 이때의 질의 영상은 50장을 사용하였고, 칼라 좌표계는 RGB를 사용하였다. 또, 칼라는 64칼라로 양자화 하였다[10]. 그리고 칼라 코렐로그램을 얻기 위한 거리 k 는 1, ..., 7까지 사용하여 실험하였다.

영상검색시의 특징간 유사도 측정은 식 (4)의 히스토그램 인터섹션(histogram intersection)[5]을 사용하였다.

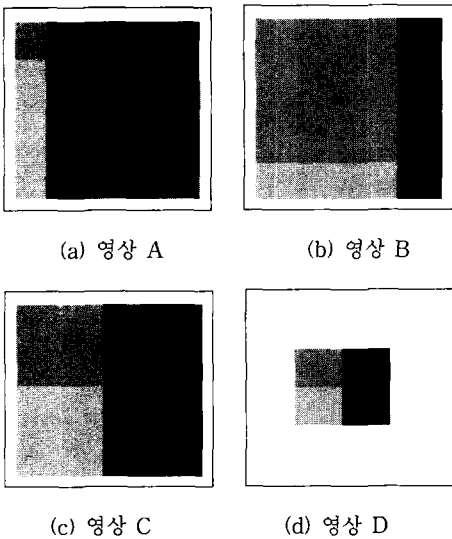
$$HI = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=1, j \neq i}^{N-1} \min(I[i][j], I[j][i]) \quad (4)$$

여기서, I' 와 I 는 서로 다른 영상의 칼라 크로스-코렐로그램을 나타내며, N 은 영상에서 사용하는 칼라의 양자화 수이다. 얻어지는 유사도 HI 의 값이 큰 칼라 크로스-코렐로그램의 영상을 검색 결과로 출력한다

이때의 영상검색 성능을 평가하기 위해 식 (5)의 ANMRR (Average Normalized Modified Retrieval Rank)[12]을 사용한다. ANMRR은 질의 영상에 대해 얼마나 많은 정답 영상이 찾아지고, 또 찾아진 정답 영상의 순위가 얼마나 높은지 측정한다.

$$ANMRR = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q NMRR(q) \quad (5)$$

여기서, Q 는 질의 영상의 개수이고, $NMRR$ (Normalized Modified Retrieval Rank)은 질의 영상에 대한 정답 영상의 순위 합을 $[0.0, 1.0]$ 범위의 값으로 나타낸 것으로, 사용하는 특징의 검색 성능이 우수하면 이 값은 작아진다. 이때의 전체 질의에 대한 ANMRR값 또한 작아진다.



(그림 6) 같은 칼라를 가지는 영역의 크기 변화가 있는 영상

<표 1> (그림 6)의 영상에서 얻은 칼라 코렐로그램 사이의 유사도 측정 결과

	영상 A	영상 B	영상 C	영상 D
영상 A	1.000000	0.507320	0.688999	0.350050
영상 B	0.507320	1.000000	0.694645	0.357574
영상 C	0.688999	0.694645	1.000000	0.364522
영상 D	0.350050	0.357574	0.364522	1.000000

(그림 6)은 같은 칼라를 가지나 각 칼라 영역의 크기가 다른 합성 영상이다. 이 영상에서 $k=1$ 일 때의 칼라 코렐로그램과 칼라 크로스-코렐로그램의 유사도는 <표 1> 및 <표 2>와 같다. <표 1> 및 <표 2>에서 칼라 크로스-코렐로그램의 유사도 측정 결과가 칼라 코렐로그램의 경우보다 높게 나타남을 알 수 있다. 특히, <표 1>에서 (그림 6)(c)과 (그림 6)(d)의 유사도를 비교했을 경우에 칼라 코렐로그램은

유사도가 낮지만, <표 2>에서 칼라 크로스-코렐로그램의 유사도가 1에 가까운 값이 나타남을 알 수 있다. 즉, 칼라 코렐로그램은 영상의 같은 칼라를 가지는 영역의 크기 변화에 따라 영상검색 성능이 나빠질 수 있지만, 제한한 방법은 이에 강인하게 영상검색을 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

<표 2> (그림 6)의 영상에서 얻은 칼라 크로스-코렐로그램 사이의 유사도 측정 결과

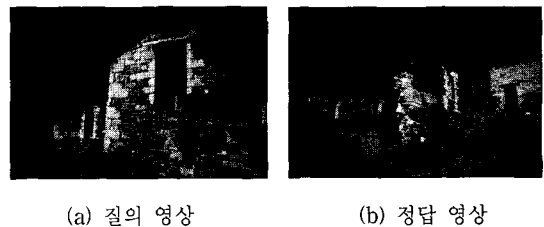
	영상 A	영상 B	영상 C	영상 D
영상 A	1.000000	0.754575	0.876390	0.870356
영상 B	0.754575	1.000000	0.872606	0.876818
영상 C	0.876390	0.872606	1.000000	0.990830
영상 D	0.870356	0.876818	0.990830	1.000000

<표 3>은 (그림 6)의 영상 C와 영상 D를 화소간 거리 k 를 1부터 7까지 변화시키면서 얻어진 칼라 크로스-코렐로그램을 이용하여 유사도를 측정한 결과이다. 여기서 거리 k 가 증가할수록 두 영상의 유사도가 낮아진다는 것을 알 수 있다. 본 결과에서, 너무 큰 k 를 사용한 칼라 크로스-코렐로그램은 영상검색 결과가 좋지 않을 수 있다는 것을 알 수 있다.

<표 3> 화소간 거리가 1부터 7까지 변할 때, (그림 6)의 영상 C와 영상 D 유사도

	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$	$k=5$	$k=6$	$k=7$
유사도	0.990830	0.987202	0.983396	0.980408	0.938351	0.863296	0.788021

(그림 7)은 질의 영상과 그 영상에 대한 정답 영상을 나타낸 것으로, 화소간 거리 k 를 1부터 7까지 변화하면서 얻어진 칼라 크로스-코렐로그램으로 검색을 했을 때의 정답 영상의 검색 순위를 나타낸 것이다. 여기서 정답 순위는 특징간의 유사도 측면에서, 정답 영상이 질의 영상과 유사성을 나타낸 것으로, 유사할수록 값은 작아진다. 여기서 화소간 거리 $k=3$ 부터 정답 영상의 검색 순위가 떨어진다는 것을 확인할 수 있다. 그래서 k 값이 크면 영상검색 성능에 좋지 않은 영향을 미친다는 것도 알 수 있다.



(c)

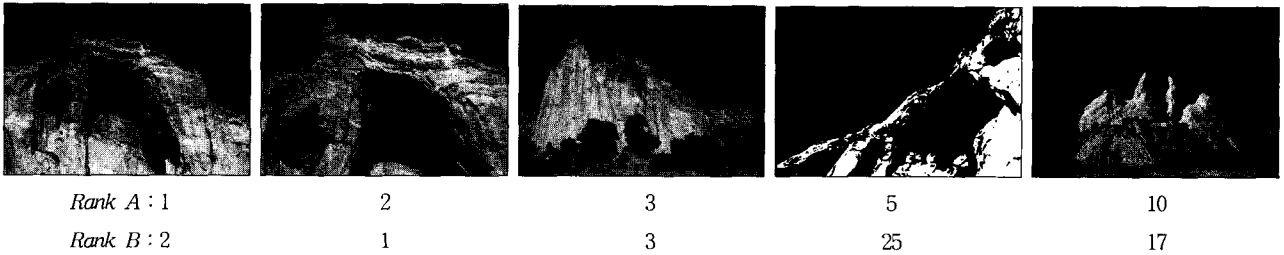
k	1	2	3	4	5	6	7
정답영상순위	13	13	16	18	20	22	24

(그림 7) 화소 간 거리 k 에 따른 정답 영상의 검색 순위

(그림 8)은 (그림 8)(a)를 질의했을 경우에 칼라 크로스-코렐로그램과 칼라 코렐로그램을 이용해 영상검색을 했을



(a) 질의 영상



(b) 제안한 특징과 칼라 코렐로그램을 이용해 영상검색을 했을 때의 정답 영상의 순위

(그림 8) 제안한 특징과 칼라 코렐로그램을 이용해 영상검색을 했을 때의 정답 영상과 순위

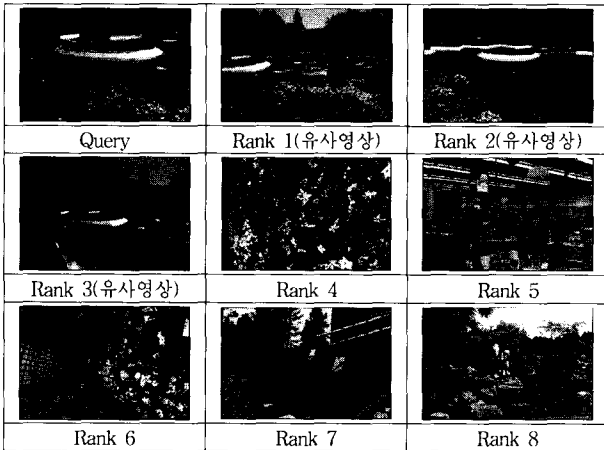
때의 정답영상의 검색 순위를 나타낸 것이다. 그림에서 *Rank A*는 제안한 칼라 크로스-코렐로그램을 이용해 영상 검색을 했을 때의 정답영상의 검색 순위를, *Rank B*는 기존의 칼라 코렐로그램을 이용할 때의 검색 순위를 나타낸다.

영상 (그림 8)(b)에 있는 영상 중 제안 특징으로 검색했을 때의 순위가 5와 10인 영상은 칼라 코렐로그램을 이용해 검색을 하면 순위가 25와 17로 나타난 것을 볼 수 있다. 이들 영상은 질의 영상에 존재하는 바위와 하늘의 크기가 서로 다른 영상으로, 칼라 코렐로그램을 이용했을 때보다

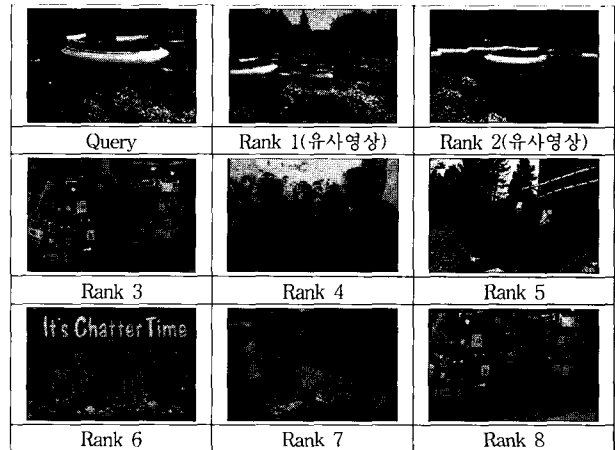
검색성능이 우수하다는 것을 확인할 수 있다.

(그림 9)은 질의 영상에 대해 검색 결과 1위부터 8위까지의 영상을 나타낸 것이다. 제안 방법의 결과에서 의미가 같은 영상이 3장이 나타났으며, 칼라 코렐로그램을 이용한 방법은 의미가 같은 영상이 2장이 나타나, 제안한 방법이 칼라 코렐로그램보다 우수한 영상검색 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

여러 장의 영상에 대한 전체 검색 성능을 평가하기 위해 (그림 10)과 같은 50장의 질의 영상을 사용하였다. (그림 11)



(a) 칼라 크로스-코렐로그램을 이용한 영상 검색 결과



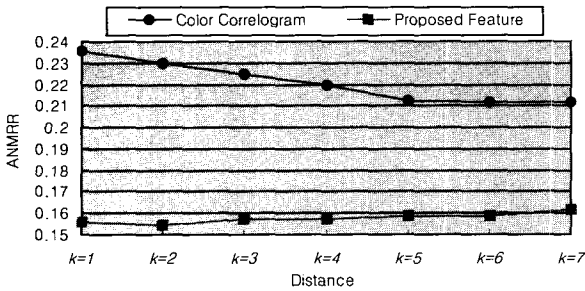
(b) 칼라 코렐로그램을 이용한 영상 검색 결과

(그림 9) 제안한 특징과 칼라 코렐로그램을 이용해 영상검색을 했을 때의 검색 결과



(그림 10) 질의 영상의 예(50개 중에서)

은 50장의 질의 영상에 대해, 칼라 크로스-코렐로그램과 칼라 코렐로그램을 사용했을 때의 영상검색 성능을 ANMRR로 나타낸 것이다. (그림 11)에서 Distance는 칼라 코렐로그램과 칼라 크로스-코렐로그램을 얻을 때의 화소 간 거리를 나타낸다. 여기서 제안한 특징을 이용한 영상검색 결과가 칼라 코렐로그램을 이용한 검색보다 우수함을 알 수 있고, 화소간 거리 k 가 2일 때, 검색 성능이 가장 우수하다는 것을 확인 할 수 있다.



(그림 11) 각 화소 간 거리에 대해 얻어진 칼라 크로스-코렐로그램과 칼라 코렐로그램을 영상검색에 적용했을 때의 ANMRR

5. 결 론

본 논문에서는 효과적인 영상검색을 위한 특징으로 칼라 크로스-코렐로그램을 제안하였다. 제안한 방식의 일정거리가 떨어진 두 화소에 서로 다른 칼라가 나타날 확률을 나타낸 것으로, 칼라 코렐로그램의 크로스-코렐로그램 영역의 정보만을 정규화하였다.

칼라 크로스-코렐로그램은 화소간에 변하는 칼라 정보를 이용해 얻은 특징이기 때문에, 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기가 변하더라도 칼라 크로스-코렐로그램의 값은 일정하다. 그래서 이 방식은 영상검색의 특징으로서 효과적으로 사용될 수 있다.

칼라 크로스-코렐로그램을 이용하여 영상검색을 하면 칼라 코렐로그램을 이용하여 영상검색을 했을 때에 생기는 문제점, 즉, 영역의 크기 변화가 심하면 영상검색의 성능이 떨어진다는 것과 칼라 코렐로그램의 모든 정보를 효과적으로 사용하지 못한다는 문제점을 해결하여, 영상검색 성능을 높일 수 있다. 제안한 방식이 칼라 코렐로그램 이용할 때 보다 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기가 달라지는 영상을 검색했을 때의 경우와 일반적인 영상의 경우 모두에서 우수한 검색 성능을 나타낸다는 것을 실험을 통해 확인하였다.

일반적으로 칼라 양자화 방법에 따라 칼라 특징의 검색 성능이 차이가 난다. 그래서 칼라 양자화 방식에 따른 검색 성능에 대한 고찰이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

[1] A. Pentland, R. W. Picard, and S. Sclaroff et al., "Photobook :

Tools for Content-Based Manipulation of Image Databases," SPIE, Proc. in Storage and Retrieval for Image and Video Databases II, Vol.2185, Feb., 1994.

[2] W. Y. Ma, "Netra : A Toolbox for Navigating Large Image Databases," Thesis of Ph. D in Electrical & Comput. Engineering, California Univ., 1997.

[3] W. Niblack, R. Barber, W. Equitz, M. Flickner, E. Glasman, D. Petkovic, and P. Yanker, "The QBIC Project : Querying Images by Content Using Color, Texture, and Shape," SPIE, Vol.1908, pp.173-187, 1993.

[4] J. R. Smith and S. F. Chang, "Visual-SEEK : A Fully Automated Content-Based Image Query System," ACM, Multimedia, Nov., 1996.

[5] M. Swain and D. Ballard, "Color Indexing," Int. J. of Comput. Vision, Vol.7, No.1, pp.11-32, 1991.

[6] G. Pass and R. Zabih, "Histogram Refinement for Content-Based Image retrieval," ACM, J. of Multimedia Syst., Vol.7, No.3, pp.234-240, 1999.

[7] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu, and R. Zabih, "Spatial Color Indexing and Applications," Int. J. of Comput. Vision, Vol.35, No.3, pp.245-268, 1999.

[8] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. Zhu and R. Zabih, "Image indexing using color correlograms," Proc. CVPR, pp.762-768, 1997.

[9] J. Huang, "Color-Spatial Image Indexing and Applications," Thesis of Ph. D in the Faculty of the Graduate School, Cornell Univ., 1998.

[10] Vassili Kovalev and Stephan Volmer, "Color Co-Occurrence Descriptors for Querying-by-Example," Proc. Multimedia Modeling, Oct., 1998.

[11] 안명석, 조석제, "분할된 영상에서의 칼라 코렐로그램을 이용한 내용기반 영상검색", 한국정보과학회논문집, CST, Vol.28, No.910, pp.507-512, 2001.

[12] ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, "Description of Core Experiments for MPEG-7 Color/Texture Descriptors," MPEG document N2929, Melbourne, Oct., 1999.



안 명 석

e-mail : gkfqo@kmce.kmaritime.ac.kr
 1998년 한국해양대학교 컴퓨터공학과 졸업 (학사)
 2000년 한국해양대학교 제어계측공학과 졸업(공학석사)
 2000년~2002년 한국해양대학교 컴퓨터 공학과 박사 수료

2002년~현재 (주)파미
 관심분야 : 영상신호처리, 내용기반 영상검색, Object Extraction



조 석 제

e-mail : sjcho@kmaritime.ac.kr
 1982년 경북대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1982년~1984년 금산전선(주) 광통신연구소 (연구원)
 1988년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1991년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학박사)

1991년~현재 한국해양대학교 기계/정보공학부 제어계측공학과 교수
 관심분야 : 영상신호처리, 칼라 영상처리, 컴퓨터비전