

칼라 크로스 코렐로그램을 이용한 영상 검색

안명석*, 류길수*, 조석제**
*한국해양대학교 컴퓨터공학과
**한국해양대학교 제어계측공학과
e-mail : gkfqo@kmce.kmaritime.ac.kr

The Image Retrieval using Color Cross-Correlogram

An, Myung-Seok*, Rhu, Kil-Su*, Cho, Seok-Je**

*Dept. of Computer Engineering, Korea Maritime University

**Dept. of Control and Instrumentation Engineering, Korea Maritime University

요 약

효과적인 내용기반 영상검색을 위한 특징 추출 방법에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 최근 칼라 영상을 효과적으로 검색하기 위해 칼라 코렐로그램을 이용하는 방법이 제안되었다. 본 논문에서는 얻어지는 칼라 코렐로그램을 이용하여 보다 효과적으로 영상을 검색하기 위해 크로스 코렐로그램 영역을 이용하여 영상을 검색하는 방법을 제안하였다. 크로스 코렐로그램이란 오토코렐로그램 이외의 영역을 말하는 것으로 영상에 존재하는 외각선 정보를 포함하는 부분이다. 크로스 코렐로그램을 이용하여 영상검색을 했을 경우, 기존의 칼라 코렐로그램보다 우수한 영상검색 결과를 나타낼 수 있다.

1. 서론

최근 인터넷과 멀티미디어 기술이 발전함에 따라 영상 데이터의 양이 급속히 증가하고 있다. 증가하는 데이터를 효과적으로 관리하기 위해 내용기반 영상검색에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1-4]. 특히 영상검색을 위한 효과적인 특징 추출에 대한 관심이 높다[5-7].

영상검색에 일반적으로 사용하는 정보는 영상의 칼라[5,6]와 질감[7], 영상 내에 존재하는 물체의 연관성[8]등을 사용한다. 이중 칼라정보를 이용하여 특징을 얻는 방법은 계산하기 쉽고, 여러 가지 영상의 변화에 강인하다는 특징 때문에 많이 연구되고 있다.

칼라정보를 이용하여 얻을 수 있는 특징으로는 칼라 히스토그램[5], CCV(Color Coherent Vector)[6], 칼라 코렐로그램(color correlogram)[7]등이 있다. 칼라 히스토그램은 얻기 쉽고, 영상의 작은 변화에 둔감하다는 장점이 있지만, 영상의 공간정보를 완전히 배제한 특징이기 때문에 영상검색에 사용시 성능이 좋지 않다.

CCV는 영상을 형체 레이블링하고, 레이블링된 각 영역의 화소 수를 계산하여 화소수를 임계치에 따라 의미 있는 영역과 그렇지 않은 영역으로 분할한다. 그

리고 분할된 영역 각각으로부터 칼라 히스토그램을 특징으로 얻는다. 얻어진 특징으로 영상을 검색하면, 칼라 히스토그램을 이용할 때보다 결과는 좋지만, 영상의 변화가 많으면 칼라 히스토그램과 마찬가지로 정답 영상을 잘 찾지 못한다.

칼라 코렐로그램은 영상 전체에서 일정거리에 있는 화소들의 칼라 상관관계를 2차원 확률로 나타낸 것이다. 이것은 영상의 칼라정보와 화소 사이의 연관성 정보를 모두 포함하기 때문에, 앞의 칼라 히스토그램과 CCV를 이용한 방법보다 좋은 성능을 나타낸다. 그러나 이 방법은 영상의 모든 영역에서 하나의 칼라 코렐로그램을 얻기 때문에 검색에 불필요한 부분까지 특징에 포함될 가능성이 높다.

본 논문에서는 기존의 칼라 코렐로그램의 성능을 향상시키기 위해 영상에서 검색을 위해 불필요한 공간을 분할하고, 칼라 코렐로그램을 얻는 방법을 제안한다. 영상에서 검색에서 불필요한 공간을 얻기위해 본 논문에서는 주파수 필터링에 의해 영상을 분할하고 저주파 공간을 영상검색에 불필요한 부분으로 간주하여 제거한다. 그리고 저주파 공간이 제거된 영상에서 칼라 코렐로그램을 얻는다.

2. 칼라 코렐로그램

Huang 에 의해 제안된 칼라 코렐로그램은 영상 전체에서 일정한 거리를 가지는 화소간에 나타나는 칼라의 분포를 확률로 나타낸다[7].

m 개의 칼라 양자화된 영상 I 에서 화소 간 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.

$$\gamma_{C_i, C_j}^k(I) = \Pr [p_b \in I_{C_j} \mid p_a - p_b = k] \quad (1)$$

여기서, $\Pr[\cdot]$ 은 내부조건을 만족하는 확률, $i, j = 0, 1, \dots, m-1$ 그리고 I_{C_i} 와 I_{C_j} 는 영상에서 i 와 j 번째 칼라를 가지는 모든 화소를 나타낸다. 화소간 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, $p_a = (x_a, y_a) \in I$, $p_b = (x_b, y_b) \in I$ 이다.

이때, $C_i = C_j$ 일 경우를 칼라 오토-코렐로그램(auto-correlogram)이라 하고, $C_i \neq C_j$ 일 경우를 칼라 크로스-코렐로그램(cross-correlogram)이라 한다.

칼라 코렐로그램은 일정거리에 있는 화소의 칼라 변화 정보를 포함하기 때문에 영상의 칼라 정보와 화소간의 칼라 변화에 대한 정보를 포함한다. 그래서 같은 물체 혹은 의미를 가지는 영상이 변화가 많이 일어났을 경우도 정답영상을 잘 찾는다.

그러나 칼라 코렐로그램을 이용해서 영상검색을 할 경우, 영상에 존재하는 물체의 크기 변화에 따라 검색 성능이 떨어질 가능성이 높다. 그림 1 은 그 예를 보이고 있다. 영상 내부에 존재하는 검색 사각형의 크기가 다른 그림 1(a)와 그림 1(b)에서 칼라 코렐로그램을 얻어 유사도를 측정할 경우 서로 다르게 나타난다. 이유는 칼라 코렐로그램을 이용하여 유사도를 측정할 때 가장 크게 영향을 미치는 부분이 오토-코렐로그램 영역이다.

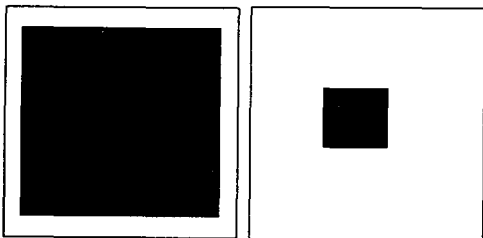


Fig.1 The example of the same content in the image

오토-코렐로그램은 영상에서 같은 칼라를 가지는 영역의 정보를 담고 있다. 그래서 영상에서 존재하는 물체의 크기에 따라 얻어지는 칼라 코렐로그램이 달라

지게 된다. 그래서 얻어지는 칼라 코렐로그램을 이용하여 영상검색을 했을 경우, 검색 결과가 나빠질 가능성이 높다.

그래서 본 논문에서는 칼라 코렐로그램을 이용한 영상검색에서 물체의 크기 상관없이 영상을 효과적으로 검색할 수 있는 방법을 제안한다. 이 방법은 칼라 코렐로그램에서 존재하는 물체의 크기에 영향을 적게 받게 하기 위해, 물체의 크기 정보를 포함하는 오토-코렐로그램 영역을 제거한, 크로스-코렐로그램 영역만으로 영상을 검색하는 방법이다. 이 방법을 이용하여 영상 검색을 했을 경우, 기존의 칼라 코렐로그램을 이용하여 영상검색을 했을 경우보다 성능이 우수하다는 것을 실험을 통해 확인하였다.

3. 크기 변화에 강인한 칼라 코렐로그램

영상에서 얻어지는 칼라 코렐로그램은 일정 거리를 가지는 두 화소들이 어떤 칼라를 가지는지를 표현한다. 그래서 칼라 코렐로그램은 영상의 일정 수준의 에지 정보와 같은 칼라를 가지는 영역의 크기정보를 포함하고 있다.

영상에 존재하는 물체의 크기와 상관없이 영상을 검색하기 위해서는 영상에서 색이 변화하는 부분, 즉 에지 주위의 정보만으로 충분히 영상을 검색할 수 있다. 예가 그림 2 와 같다. 그림 2 는 그림 1 의 에지 영상이다. 얻어지는 에지 주위에서만 칼라 코렐로그램을 얻으면 영상에 존재하는 같은 칼라를 가지는 영역의 크기정보를 칼라 코렐로그램에서 제거할 수 있다.

그림 2 에서 얻어지는 에지를 기준으로 그림 1 에서 칼라 코렐로그램을 얻고, 그 칼라 코렐로그램을 정규화하면 기존의 칼라 코렐로그램에 존재하는 물체의 크기 정보를 완전히 제거할 수 있게 되고, 칼라 코렐로그램으로 영상에 존재하는 화소들의 칼라 변화만을 표현할 수 있게된다.

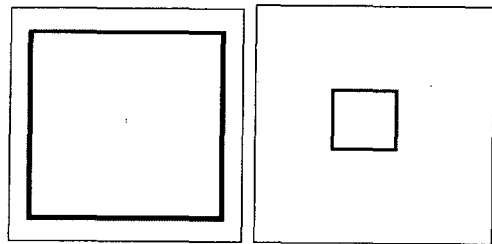


Fig. 2 Edge from Fig. 1

그런데, 영상의 물체 크기정보를 배제한 칼라 코렐로그램을 얻기 위해서는 고주파 통과 필터를 사용하여 영상의 에지를 얻고 에지 위치에서 칼라 코렐로그램을 얻어야 한다. 이 방법은 여러 번의 계산을 거치고 계산량도 많아진다. 그런데 기존의 칼라 코렐로그램의 정보를 이용하면 영상의 에지 주위의 칼라 코렐로그램을 얻을 수 있다.

에지 주위의 칼라 코렐로그램을 얻기 위해 식(1)을 식 (3)과 같이 변형한다.

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

식(3)은 영상에서 칼라 크로스 코렐로그램을 얻는 식이다. 식(3)에서 얻어지는 값은 식 (1)에서 얻어진 칼라 코렐로그램에서 오토-코렐로그램 모두 0으로 하고, 나머지 값을 정규화 한 것과 같다.

얻어진 칼라 크로스 코렐로그램은 영상에서 색이 변화하는 부분에서만 확률값을 가지게 되므로, 영상의 에지 부분에서 칼라 코렐로그램을 얻는 결과와 유사하게 나타난다.

4. 칼라 크로스 코렐로그램을 이용한 유사도 측정

얻어지는 칼라 크로스 코렐로그램을 이용하여 영상 검색을 하기위해 영상에서 얻어지는 각 칼라 코렐로그램간의 유사도를 측정해야 한다. 유사도를 측정하기 위해 본 논문에서는 히스토그램 인터섹션(histogram intersection)을 사용한다.

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

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

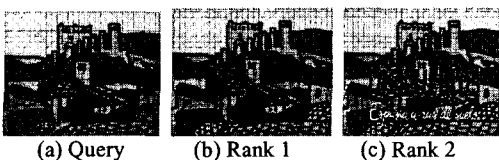
5. 실험 및 고찰

제안한 방법의 타당성을 검증하기 위해 다음과 같은 조건으로 실험하였다. 실험 영상은 여러 경로에서 얻은 크기가 다른 5470 장의 영상을 사용하였다. 그리고 질의는 48 장을 사용하였고, 칼라표피계는 RGB를 사용하였다. 또, 칼라는 64 칼라로 양자화 하였다. 그리고 칼라 코렐로그램을 얻기 위한 거리 k 는 1, ..., 7까지 사용하여 실험하였다.

제안한 방법의 성능을 평가하기 위해 식 (5)와 같은 ANMRR[9]을 사용하였다.

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

그림 3은 질의 영상에 대해 결과로 나타난 영상을 순위 별로 나타내고 있다. 유사한 영상을 잘 찾고 있음을 확인 할 수 있다.



(d) Rank 3 (e) Rank 4 (f) Rank 5
Fig. 3 The results of the query

그림 4는 제안한 방법과 기존의 칼라 코렐로그램을 이용하여 영상검색을 한 결과를 나타내고 있다. 여기서 Distance는 칼라 코렐로그램을 얻을 때의 화소간의 거리를 나타낸다. 제안한 방법이 모든 거리에 대해 결과가 좋게 나옴을 알 수 있다.

그림 4에서 제안한 방법의 ANMRR이 모든 거리에서 거의 일정하게 나타남을 알 수 있다. 이유는 칼라 크로스 코렐로그램에는 영상에 존재하는 동질 칼라 영역의 정보를 포함하지 않고, 영상에서 칼라가 변화하는 부분에서의 정보만을 포함하기 때문에 칼라 코렐로그램을 얻을 때의 거리와는 상관없이 결과가 비슷하게 나타난다.

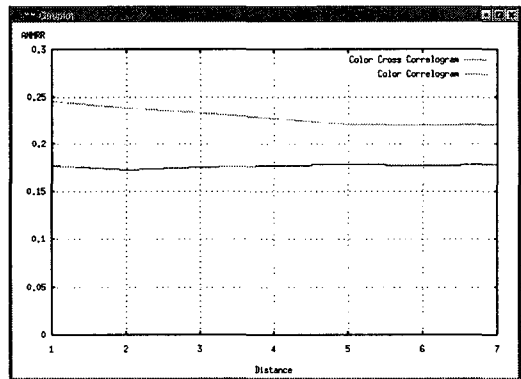


Fig. 4 The ANMRR in using the proposed method and color correlogram

6. 결론

본 논문에서는 칼라 코렐로그램이 영상에 존재하는 물체의 크기에 따라 검색 성능이 변하는 문제점을 해결하기 위해, 칼라 크로스 코렐로그램을 이용하여 영상을 검색하는 방법을 제안하였다.

이 방법은 칼라 코렐로그램에는 영상에 존재하는 같은 칼라를 가지는 영역들의 크기 정보를 가지는 오토-코렐로그램 영역이 영상검색을 하는데 검색 성능을 좋지 않게 할 수 있다는 사실에 착안하여, 영상에서 칼라 코렐로그램을 얻을 때 칼라 크로스 코렐로그램만을 얻어 검색에 사용한다.

제안한 방법은 영상에서 칼라가 변화하는 부분에서는 칼라 코렐로그램을 얻기 때문에 영상에 존재하는 물체의 크기 변화에 대해 강인하게 유사한 영상들을 검색할 수 있다. 실험을 통해 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 효과적으로 영상을 검색할 수 있다는 사실을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

- [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. of Doc. 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]Madiraksho Das, Edward Riseman and Bruce Draper, "FOCUS: Searching for Multi-colored Objects in a Diverse Image Database," In Proc. of the IEEE Conf. on CVPR '97, pp 756-761, June 1997.
- [9]ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11: "Description of Core Experiments for MPEG-7 Color/Texture Descriptors," MPEG document N2929, Melbourne, Oct. 1999.