

독립성분분석과 Median에서의 GBD 알고리즘을 이용한 영상분류

Image Classification Using Grey Block Distance Algorithms for Independent Component Analysis and Median

홍준식, 민병원
영동대학교

Hong Jun-Sik, Min Byung-Won
Youngdong Univ,

요약

본 논문에서는 독립성분분석(Independent Component Analysis, 이하 ICA)기법과 median에서의 GBD 알고리즘을 이용한 영상 분류 방법을 제안한다. 이 제시된 방법은 영상이 급격히 변화하는 부분의 정보를 잃지 않게 하면서 영상간의 거리를 측정할 수 있었다. 모의 실험 결과로부터 ICA는 k 가 7에서 영상간의 상대적 식별이 불가능 하였지만, median에서는 k 에 관계없이 영상간의 상대적 식별이 가능함을 모의 실험을 통하여 확인하였다.

Abstract

In this paper, we have proposed an independent component analysis (ICA) technique and a median method based on GBD algorithm which classifies images. The proposed method can measure the distance between images, while it does not lose a portion of the image that changes rapidly. Our simulation results show that it not possible for ICA to recognize the relative discernment between images when k is 7. However, with the median method, it can be possible to such a recognition.

I. 서론

패턴 인식 및 컴퓨터 비전에서의 가장 큰 문제는 서로 다른 두 개의 패턴이 어느 정도 차이가 나는 지를 알아내는 것으로, 템플릿 매칭(template matching)[1-2]이나 모델 기반 비전(model-based vision)[3-5]등의 기법이 있다. 이러한 기법들은 대부분 영상 비교[6]을 위해 신호잡음대비(signal-to-noise ratio; SNR)나 평균 제곱 방식을 사용한다. 이러한 측정 방법들은 최고 해상도에서 영상만을 비교해서 비슷하게 인식되는 영상을 최단 거리를 가지고 측정한다.

한편, 이차원 영상에서의 이전의 거리 측정 방법으로 Hausdorff[7]과 Hutchinson 메트릭[8] 등을 이용하였는데, 절차가 복잡하고 비현실적인 측정 방법으로 문제점을 가지고 있다.

그래서, 이러한 문제점을 해결하기 위한 기존의 거리 측정 방법으로 GBD 알고리즘[9]을 이용하는 방법이 있다. 이 알고리즘은 이전의 거리 측정 방법들에 비해서는 쉽게 연산할 수 있다는 장점이 있다.

본 논문에서는 ICA 기법[10-11]으로 GBD 알고리즘을 이용하여 영상간의 상대적 식별 정도를 측정하였으나, 기존의 GBD 알고리즘은 주어진 해상도의 블록의 명암도를 평균 명암도로 하여 거리를 측정하므로 영상간의 상대적 식별이 용이하지 않았다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 본 논

문에서는 Median을 이용하여 기존의 GBD 알고리즘을 개선시키는 방법을 제안하였다.

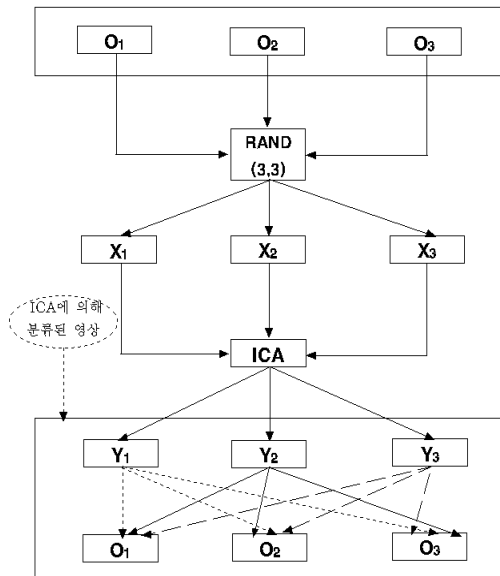
이 제시된 방법은 기존의 GBD 알고리즘과 비교해서 영상이 급격히 변화하는 부분의 정보를 잃지 않게 개선할 수 있었다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 ICA[10-11]에 의한 영상 분류를, 3장에서는 다중해상도 거리 측정을 설명하고, 4장에서는 본 논문에서 제시하고자 하는 median을 이용한 거리 측정 방법을 설명하며, 5장에서는 ICA 및 제시된 Median을 이용한 영상분류를 모의실험을 통하여 결과를 보인다. 마지막으로 결론 및 향후과제는 6장에서 다루었다.

2. ICA에 의한 영상 분류

ICA에 의해 분류된 영상을 나타내기 위한 블록선도는 그림 1과 같다. 여기서, O_1, O_2, O_3 는 원영상이고, X_1, X_2, X_3 는 원영상에 임의의 행렬을 곱해서 나타난 혼합 영상이며, Y_1, Y_2, Y_3 는 혼합영상을 ICA를 이용하여 분류된 영상이다. 그림 1의 동작은 다음과 같다. 먼저 원영상 O_1, O_2, O_3 에 임의의 랜덤행렬(3,3)을 곱해서 혼합 영상 X_1, X_2, X_3 를 얻고, 알고리즘[12]을 사용하여 ICA

에 의해 분류된 영상 Y_1, Y_2, Y_3 를 얻는다. 그림 2는 256×256 크기를 갖는 원 영상이고, 그림 3은 ICA에 의해 분류된 영상을 나타낸 것이다.



▶▶ 그림 1. ICA에 의해 분류된 영상을 나타내기 위한 블록선도

3. 다중해상도 거리 측정

이차원 영상에서의 거리 측정은 각 영상에 주어진 해상도의 블록의 명암도를 다르게 하여 영상 전체 및 부분에 대한 정보를 측정하는 것이다.

GBD 알고리즘은 이러한 거리측정[13]을 이용하여 각 영상에 주어진 해상도의 블록의 명암도를 평균 명암도로 하여 거리를 측정하는 방법이다.

GBD 알고리즘에서의 각 영상은 주어진 해상도의 블록에 의해 완전하게 덮여져 있어야 하며, 주어진 해상도에 블록의 최대 직경은 스칼라 k 가 증가하면 제로에 접근해야 하는 조건을 만족하여야 한다.

영상을 각각 I_1, I_2, I_3 라하고, I_1, I_2, I_3 에서의 평균 명암도가 각각 g_1, g_2, g_3 로 주어질 때, 영상간의 성질은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- $(I_1, I_2) = 0$ 이면, $|g_1, g_2| = 0$.
- $(I_1, I_2) = (I_2, I_1)$ 이면, $|g_1 - g_2| = |g_2 - g_1|$.
- $(I_1, I_3) \leq (I_1, I_2) + (I_2, I_3)$ 이고,

$$|g_1 - g_3| \leq |g_1 - g_2| + |g_2 - g_3|.$$

따라서, GBD 알고리즘에서 영상간의 성질은 거리 측정을 만족시키는 것을 알 수 있다.



(a) (b) (c)

▶▶ 그림 2. 원 영상



(a) (b) (c)

▶▶ 그림 3. ICA에 의해 분류된 영상

4. Median을 이용한 거리 측정 방법

기존의 GBD 알고리즘은 블록내의 명암도를 평균하여 이차원 영상간의 거리를 측정하므로 영상의 테두리 부분이나 명암도가 날카롭게 변환하는 부분의 선명도를 흐리게 하는 단점이 있어 상대적 식별이 용이하게 하지 않는 문제점이 나타났다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 Median을 이용한 개선된 GBD 알고리즘 방법을 제안하였다.

이 개선된 방법은 이차원 영상간의 거리 측정은 각 화소의 명암도의 평균값 대신에 그 화소의 주변 점들 내에서 명암도의 Median으로 대체된다. 개선된 GBD 알고리즘 방법은 잡음을 제거하고 테두리 흐름을 감소시키며, 화상의 현 화소를 이웃하는 화소의 평균 휘도로 대체하고 충격성 잡음을 제거시킨다. 잡음이나 테두리는 화상스펙트럼의 높은 주파수 대역에 나타나므로 저역 필터의 저역통과 특성을 이용하면 잡음을 제거하면서 화상을 흐리게 할 수 있으나, Median은 동일 화상 영역의 잡음을 평활하게 만들고 화상내의 테두리를 날카롭게 보존하므로 기존의 GBD 알고리즘에 비하여 상대적 식별을 용이하게 할 수 있는 장점이 있다.

개선된 GBD 알고리즘의 형태는 식 (1)와 같이 나타낼 수 있다.

$$y_k = \frac{1}{2^k} \cdot \frac{1}{s} \sum_{s=1}^{s=2^{k-1}} \sum_{f=1}^{f=2^{k-1}} |m_{sf} - m'_{sf}| \quad (1)$$

여기서, k 는 2^k 의 직사각형을 나눈 수이며, s 는 이차원 영상에서의 해상도에 의한 집합이며, m_{sf} 와 m'_{sf} 는 두 개의 영상에서의 Median에 의한 값이며, y_k 는 개선된 GBD 알고리즘에 의해 측정된 이차원 영상간의 거리이다.

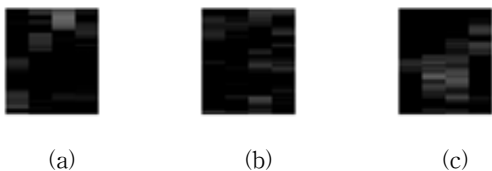
개선된 GBD 알고리즘 방법은 거리 측정 조건에 만족되며, 아울러 기존의 GBD 알고리즘에서의 영상간의 성질에 대해서도 측정 조건을 만족시키는 것을 알 수 있다.

5. 모의실험 및 결과

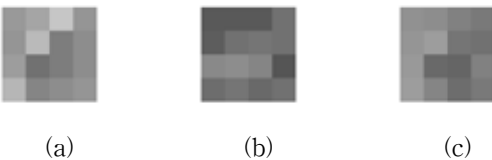
본 절에서는 영상간의 거리를 측정할 때 기존의 GBD 알고리즘과 비교하여 어느 정도까지 상대적 식별을 용이하게 하여 영상 분류가 향상되는가를 ICA 및 개선된 GBD 알고리즘을 적용하여 모의실험을 통하여 확인하고자 한다.

영상간의 거리를 측정하여 상대적 식별을 판단하기 위해서 먼저, 주어진 원 영상의 해상도를 영상 크기에 의해 정해진 k 에 따라 영상간의 거리를 측정한다. 그리고, k 가 증가하게 되면 측정 거리가 감소하는지 알아본다. 다음에, 가장 큰 k 의 거리 측정값으로부터 가장 작은 거리 측정값을 우선 식별의 순서를 정하고, 가장 큰 거리 측정값을 마지막으로 식별의 순서를 정한다. 이렇게 하여 k 가 1이 될 때까지 식별의 순서를 정하여 앞서 측정한 k 의 거리 측정값과 식별의 순서를 비교하여 일치하면 식별이 가능하고, 그렇지 않으면 식별이 불가능한 것으로 하여 상대적 식별을 판단한다.

그림 4는 ICA에 의해 분류된 영상을, 그림 5는 원영상을 Median을 이용하여 GBD 알고리즘에 의해 k 가 3일 때 각각 그레이 블록으로 나타낸 것이다.



▶▶ 그림 4. 그림 3에서의 그레이 블록 ($k=3$)



▶▶ 그림 5. 그림 2에서의 Median에 의한 그레이 블록 ($k=3$)

아래의 표 1과 2는 ICA에 의한 기존의 GBD 알고리즘 및 개선된 GBD 알고리즘을 이용하여 영상간의 거리 측정을 모의실험을 통하여 나타낸 것이다.

표 1에서 ICA에 의해 영상간의 거리를 측정할 경우 k 가 7에서 영상간의 식별이 불가능하였으나, 표 2의 개선된 GBD 알

고리즘을 이용하여 영상간의 거리 측정 결과, 순차적인 값을 얻을 수 있어 k 에 관계없이 영상간의 상대적 식별이 가능하였다. 위에서 언급한 영상들은 비교적 명암도가 큰 영상들로 영상이 밝을수록 즉, 대조비가 높은 영상일수록 영상분류가 더 순차적으로 되어 상대적 식별이 용이함을 알 수가 있었다.

[표 1] ICA를 통한 다중해상도에서의 이차원 영상간의 거리 측정

k	ICA에 의한 측정 거리		
	그림 3(a)와 그림 3(b)	그림 3(a)와 그림 3(c)	그림 3(b)와 그림 3(c)
1	1.8538×10^6	4.2644×10^6	3.4060×10^6
2	2.0855×10^5	3.3310×10^5	2.7023×10^5
3	1.9680×10^4	2.0729×10^4	2.5989×10^4
4	1.4353×10^3	1.4989×10^3	1.8515×10^3
5	105.9694	120.8390	106.9914
6	7.3333	7.5305	8.0704
7	0.4961	0.4879	0.4894
8	0.0331	0.0318	0.0339
9	0.0021	0.0020	0.0022

(k : 2^k 의 블록을 나눈 수)

[표 2] 개선된 GBD 알고리즘을 이용한 다중해상도에서의 이차원 영상간의 거리 측정

k	Median에 의한 측정 거리		
	그림 3(a)와 그림 3(b)	그림 3(a)와 그림 3(c)	그림 3(b)와 그림 3(c)
1	1,130,496	425,984	704,512
2	150,784	89,856	93,696
3	23,248	10,496	15,152
4	2.8015×10^3	1,639	2,007
5	377.0938	229.0547	302.4609
6	51.0632	32.4055	40.4580
7	6.4747	4.3135	5.2658
8	0.8196	0.5570	0.6755
9	0.1049	0.0729	0.0877

(k : 2^k 의 블록을 나눈 수)

6. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 기존의 GBD 알고리즘과 비교하여 이차원 영상간의 상대적 식별을 더 용이하게 하기 위한 개선된 GBD 알고리즘 방법을 제안하였다.

이 제시된 방법은 영상 전체 및 부분에 대한 정보를 측정하는 방법으로, 기존의 GBD 알고리즘에서의 영상의 테두리 등 명

암도가 날카롭게 변환하는 부분의 정보를 잃지 않게 개선 할 수 있음을 모의실험을 통하여 확인하였다.

모의실험 결과로부터 ICA에 의해 영상간의 거리를 측정한 경우 k 가 7에서 영상간의 식별이 불가능하였으나, 표 2의 개선된 GBD 알고리즘을 이용하여 영상간의 거리 측정 결과, 순차적인 값을 얻을 수 있어 k 에 관계없이 영상간의 상대적 식별이 가능하였다. 위에서 언급한 영상들은 비교적 명암도가 큰 영상들로 영상이 밝을수록 즉, 대조비가 높은 영상일수록 Median에 의한 값보다 평균값에 의한 값이 더욱 커져 평균값에 의한 것보다 영상분류가 더 순차적으로 되어 평균값을 이용한 것에 비해 상대적 식별이 용이함을 알 수가 있었다.

향후 과제로는 상대적 식별을 더 용이하게 하기 위한 알고리즘에 대한 연구가 필요하며, 활용방안으로는 음성 인식, 원격 통신, 의학 신호 처리, 디지털 통신 등에 적용이 가능하고, 개선된 GBD 알고리즘 방법은 통신 분야에서 송·수신을 하기 위한 데이터 양의 선택에 있어 최적의 영상 정보의 전처리로서 필요한 만큼의 영상 정보의 압축에 응용될 수 있다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] A. Rosenfeld and A. Kak(1982), "Digital Picture Processing", *New York: Academic*, 2nd ed.
- [2] A. Rosenfeld and A. Kak(1985), "Digital Picture Processing", *New York: Springer-Verlag*.
- [3] P. J. Besl and R. C. Jain(1985), "Three dimensional object recognition", *ACM Comput., Surveys*, Vol.17, No.1, 75-154.
- [4] R. T. Chin and C. R. Dyer(1986), "Model-based recognition in robot vision", *ACM Comput., Surveys*, Vol.18, No.1, 67-108.
- [5] W. E. L. Grimson, T. Lozano-perez and D. P. Huttenlocher(1990), "Object Recognition by Computer: The Role of Geometric Constraints", *Cambridge, MA: MIT Press*.
- [6] Y. Fisher(1994), "Fractal Image Compression", *Berlin, Germany: Springer-Verlag*.
- [7] D. P. Huttenlocher, G. A. Klanderman and W. J. Rucklidge(1993), "Comparing images using the Hausdorff distance", *IEEE Trans., Pattern Anal., Machine Intell.*, Vol.15, 850-863.
- [8] J. Hutchinson(1981), "Fractals and Self-similarity", *Indiana Univ., J. Math.*, Vol.30, 713-747.
- [9] P. Juffs, E. Beggs, and F. Deravi(1998), "A Multiresolution Distance Measure for Images", *IEEE signal processing letters*, Vol.5, No.6, 138-140.
- [10] Comon, P., "Independent Component Analysis - a new concept?," *signal processing* 36, pp.287-314, 1994.
- [11] Oja, E., "The nonlinear PCA learning rule in independent component analysis," *Neurocomputing* Vol.17, No.1, pp.25-46, 1997.
- [12] Hyvarinen, A. and Oja, E., "A fast fixed-point algorithm for independent component analysis," *Neural Computation* Vol.9, No.7, pp.1483-1492, 1997.
- [13] Gonzalez, R. and Woods, R., "Digital image processing", *Addison Wesley Co*, 1982..