

위상한정상관법의 지문인증에의 적용

이충호, 서덕범

한밭대학교 정보통신전문대학원

An Application of Phase-Only-Correlation to Fingerprint Identification

Choong Ho Lee and Duk Bum Seo

Graduate School of Information Communication Engineering, Hanbat National University

Abstract

This paper proposes an algorithm for fingerprint identification using phase only correlation. This algorithm uses the phase of fast Fourier transform and correlation function to calculate the similarity. The algorithm gives very clear result for identification because it shows only one conspicuous sharp peak for the same person's fingerprint. Further, it shows good results even for the finger print images which are printed not clearly and does not need to preprocess the images. It also shows good results for parallel displacement of fingerprint. The experiment result shows the effectiveness of the proposed algorithm.

I. 서 론

지문인증은 동일인임을 증명할 수 있는 효과적인 방법으로 잘 알려져 왔다. 그리고 이를 이용하기 위한 지문 인식과 인증을 위한 처리방법이 많이 연구되어 왔다.[1-6] 최근에는 특히 시스템이 보안을 요하는 응용에 실제로 많이 사용되고 있다.

그러나 지문을 이용하여 똑같은 지문임을 인증하기 위해서는 2치화, 세션화 등의 복잡한 전처리가 필요하고 지문의 정렬 등 많은 복잡한 알고리즘[1-7]이 들어가므로 보다 단순하게 구현할 수 있는 알고리즘의 연구가 필요하다.

위상한정상관법[8-11]은 다른 종류의 영상에 대하여 유사도와 변위를 쉽게 계산할 수 있는 방법으로 알려져 있다. 하지만, 이 방법은 기존의 방법과는 달리 여러 가지 전처리가 필요하지 않으므로 지문인식과 인증에 대한 획기적인 알고리즘개발의 기초가 될 수 있으나, 현재 국내에서는 코릴레이션을 이용하는 연구[12-13] 등을 제외하고는 연구가 미미한 실정이다.

본 논문에서는 위상한정상관법을 이용하여 지문인증을 하는 방법을 제안한다. 지문의 분류나 정렬 등을 행하지 않고도 인증이 가능한 알고리즘을 제안하고 있다. 전처리 이전의 상태의 입력된 지문에 대하여 위치가 약간씩 이동되거나 정확하게 찍히지 않은 지문에 대해서도 상당히 좋은 특성을 보인다. 본 논문에서 사용하는 방법은

푸리에변환의 위상과 진폭에 대하여 위상정보만을 이용한다. 이 방법의 결과는 동일인의 지문에 대하여 한 개의 날카로운 피크를 보여 주므로 그 결과가 명확하다는 장점이 있으며 약간의 평행적인 위치이동과 지문화상의 화질열화에도 강하다는 장점을 보여준다.

II. 위상한정상관법에 의한 지문인증

본 논문에서 사용하는 위상한정상관법(POC: Phase Only Correlation)은 화상을 푸리에변환하여 얻어진 진폭스펙트럼과 위상스펙트럼 중에서 위상스펙트럼만을 이용하여 상관함수(correlation function)를 계산하는 방법으로, 화상의 휘도변화와 노이즈에 강인한 특성을 가진다. 또한, 화상의 이동량에 대하여 예민한 특성을 보이는 것으로 알려져 있다. 그림 1과 2는 각각 동일화상과 다른 화상의 상관화상을 보여 준다. 동일화상인 그림1의 경우 중앙에 두드러진 피크치가 나타남을 알 수 있다.

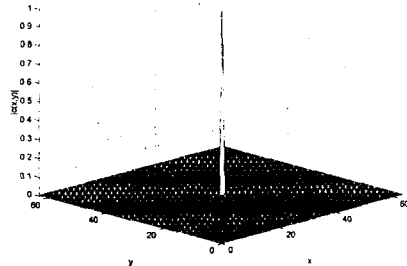


그림 1. 표준화상 girl에 의한 자기상관화상

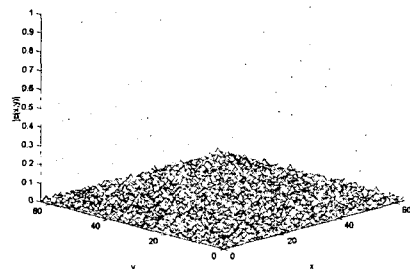


그림 2. 표준화상 girl과 lena에 의한 상관화상

지문화상 2개를 $f(x, y)$ (등록된 화상), $g(x, y)$ (입력화상) 이라고 하고, 이것들의 푸리에변환을 각각 $F(x, y)$, $G(u, v)$ 라고 하였을 때 위상한정상관함수 $c(x, y)$ 를 식 1에 보인 함수를 역푸리에변환함으로써 얻을 수 있다.

$$C(u, v) = \frac{F(u, v)G^*(u, v)}{|F(u, v)G^*(u, v)|} \quad (1)$$

단, 여기서 $G^*(u, v)$ 는 $G(u, v)$ 의 켈레복소수(conjugate complex)를 의미한다. 위상한정상관함수 $c(x, y)$ 를 상관화상이라 부른다. 그림 1에 위상한정상관에 의하여 화상의 상관을 구한 것을 나타낸다. 등록화상과 동일한 화상의 경우에 상관화상 $c(x, y)$ 는 원점에 크기 1의 피크가 나타난다. 한편, 서로 다른 화상을 입력하였을 경우에는 상관화상에 큰 피크는 나타나지 않는다.

III. 실험 및 결과

제안된 방법을 실험하기 위하여 사용된 지문화상은 총 20개로서 4명에 대하여 각각 5개씩 채취된 입력을 사용하였다. 이 화상은 정부기관에서 사용하는 지문인크로 채취한 것이다. 모든 화상은 256그레이레벨을 가지고 있고 크기는 256x256이다. 제안된 방법에서는 2치화, 세션화, 특징점 추출과 같은 일체의 전처리는 물론이고 평행이동이나 회전이동과 같은 화상의 정렬보정도 행하지 않았다. 그림 4는 채취된 지문화상의 예이다.



(a) 지문화상 1 (b) 지문화상 2



(c) 지문화상 3 (d) 지문화상 4

그림 3. 채취된 실험용 지문화상의 예

그림 4의 지문화상 4개에 대하여 각각 5개씩의 지문화상이 존재하므로 각각의 지문화상은 같은 사람의 지문 한 개만을 등록화상으로 간주하고 나머지 19개를 입력 지문화상으로 간주한다. 그림 4와 같은 채취된 지문화상은 별도의 전처리나 평행 또는 회전에 의한 정렬조작[13]이 없이 그대로 실험에 사용하였다. 각 사람에 대한 구별은 지문 1, 2, 3, 4로 하고, 각 사람에 대한 5개의 지문에 대하여 각각 지문1a, 지문1b, 지문1c, 지문1d, 지문1e 라고 표기하기로 하자.

지문1a를 등록화상으로 하고 나머지 19개의 지문화상을 입력화상으로 하는 경우의 상관화상의 피크치는 표 1에 나타내었다. 이 표에서 알 수 있는 것처럼 동일인의 경우에는 피크치가 높고 다른 사람의 지문화상에 대하여는 피크치가 현저하게 낮게 나타남을 알 수 있다.

표 1. 지문화상에 대한 피크

입력 지문 / 등록 지문	지문1a	지문1b	지문1c	지문1d	지문1e
지문1a	1	0.14	0.07	0.1	0.1
지문2a	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
지문3a	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
지문4a	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

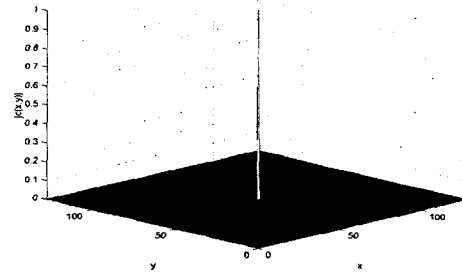


그림 4. 지문1a와 지문1a에 의한 상관화상

그림 4는 지문화상1의 자기상관 화상이다. 여기서 알 수 있듯이 등록화상과 완전히 동일한 경우는 진폭 1의 피크치를 중앙에 가짐을 알 수 있다.

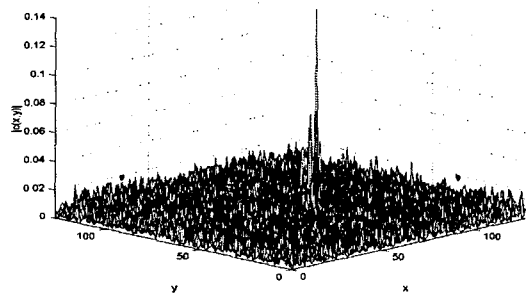


그림 5. 지문1a와 지문1b에 의한 상관화상

그림 5는 지문1a와 동일인의 지문인 지문1b에 의한 상

관화상이다. 이 그림4와 표 1에서 볼 수 있듯이 동일인의 지문에 대하여는 전처리나 별도의 지문의 정렬이 없이도 두드러진 피크치가 존재함을 알 수 있다. 나머지 4명의 지문화상에 대하여도 동일인의 경우에는 높은 피크치를 동일인이 아닌 경우에는 두드러진 피크치가 나타났다. 그림 6은 동일인이 아닌 두 화상 지문1a와 지문2a를 가지고 상관화상을 구한 결과이다. 이 그림에서처럼 동일인이 아닌 경우에는 두드러진 피크치가 나타나지 않는 것을 알 수 있다.

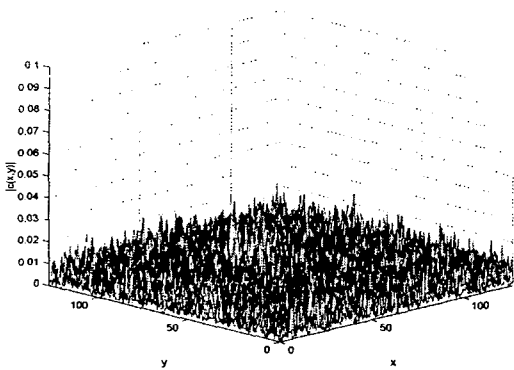


그림 6. 지문1a와 지문2a에 의한 상관화상

등록화상을 지문2a, 지문3a, 지문4a로 한 경우에도 표 1과 비슷하게 동일인의 지문에 대하여는 높은 피크치를 다른 사람의 지문에 대하여는 두드러진 피크치를 보여주지 않았다. 특히 그림3의 (a)와 같이 입력지문이 고르게 채워지지 않은 경우와 그림3의 (c)와 같이 지문의 옵션이 육안으로 잘 식별되지 않는 경우에도 동일인의 지문에 대하여 두드러진 피크치를 나타냄으로써 좋은 결과를 나타내었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 위상한정상관법을 이용하여 동일인의 지문을 인증하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 두 지문화상의 푸리에변환을 계산하여 위상만을 이용한 위상한정상관함수를 계산하고 이를 역푸리에변환하여 얻어지는 상관화상의 두드러진 단일 피크치의 존재여부로 결정된다. 이 방법은 지문화상이 약간 이동되어 입력된 경우와 입력화상이 깨끗하지 않은 경우에도 잘 인식하는 우수한 특성을 보여주었다. 입력된 지문의 회전각도는 미미한 것으로 가정하였다. 또한 지문화상의 2치화, 특징추출, 정렬이 없이도 화상을 잘 인식함을 보여 준다.

제안된 방법은 동일인임을 인증하기 위한 연구이므로 입력화상의 회전각도는 미미한 것으로 간주하였으나, 입력화상의 회전각도가 아주 큰 경우와 손상된 지문에 대하여도 잘 인식할 수 있는 방법에 대하여는 향후 더 많은 연구가 더 필요하다.

참고문헌

1. 김현철, 심재창, "동일윤선상에 존재하는 특징점간의 연결정보를 이용한 지문인식", 정보과학회논문지, Vol.28, No.10, pp.764-772, 2001
2. 안도성, 김학일, "클릭 구조를 이용한 지문인식 알고리즘", 전자공학회논문지, 제36권, S편, 제5호, pp.69-80, 1999
3. 김현, 김학일, "RSTI불변 지문인식 알고리즘", 전자공학회논문지, 제35권, S편, 제6호, pp.88-100, 1998
4. 김상진, "신호처리입문", 도서출판 대림, 1998
5. A. Jain, L. Hong, R. Bolle, "On-line fingerprint verification", IEEE trans. PAMI, Vol. 19, No. 4, pp. 302-314, 1997,
6. G.T.Candela, P.J.Grother, C.I.Watson etc,"PCASYS - A Pattern-level Classification Automation System for Fingerprints", NIST report, August 1, 1995
7. J.S.Lim, Two-Dimensional Signal and Image Processing, 1990.
8. S.Kawamata, T.Noda, S.Minami, "Spectral Searching by Fourier-Phase Correlation", Applied Spectroscopy, Vol.41, No.7, pp.1176-1182, 1987.
9. T. Kobayashi, H. Nakajima, T. Aoki, and M. Kawamata, and T. Higuchi, "Filtering on Phase Only Correlation Domain and Its Application", ITE Technical Report Vol.21, No.42, pp.31-36,MIP'97-41, NIM'97-60, Japan, Jul. 1997.
10. H. Hiroshi, K. Kobayasi, M. Kawamata, and T. Higuchi, "Rotation Measurements Using Rotation Invariant Phase Only Correlation", ITE Technical Report(Japan), Vol.22, No.45, pp.55-60, Sep. 1998.
11. H. Nakajima, K. Kobayashi, T. Aoki, M. Kawamata, and T. Higuchi, "Principles of Phase Only Correlation and Its Application to Fingerprint Verification", Proc. of the 2nd Symposium of Image Sensing, Japan, Vol.A-4, pp.15-19, 1998.
12. 이충호, 김용규, "푸리에공간에서의 상관을 이용한 패턴매칭", 2002 한국신호처리시스템학회 논문집 3권1호, p165-168, 2002.
13. 박중조, "Correlation을 이용한 지문정렬", 2002 한국신호처리시스템학회 논문집 3권1호, p149-152, 2002.