

위상한정상관법을 이용한 지문인식

서덕범*, 이충호

한밭대학교 정보통신전문대학원

Fingerprint Recognition Using Phase Only Correlation

Duk Bum Seo* and Choong Ho Lee

Graduate School of Information Communication Engineering, Hanbat National University

요 약

본 논문은 위상한정상관법을 이용하여 지문을 인식하는 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘은 유사도를 계산하기 위하여 고속푸리에 변환과 상관함수를 이용한다. 제안된 알고리즘은 동일인의 지문에 대하여 예리한 한 개의 피크만을 나타내므로 지문인식에 대한 명확한 결과를 보여준다. 더욱이 이 방법은 명확하게 입력되지 않은 지문에 대하여도 별도의 복잡한 전처리과정을 거치지 않고도 우수한 성능을 보여 준다. 또한 입력된 지문이 평행이동 한 경우에도 우수한 성능을 보여준다. 실험결과는 제안된 알고리즘이 지문을 인식하는데 효과적임을 보여준다.

1. 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, 세선화 등의 복잡한 전처리가 필요하고 지문의 정렬 등 많은 복잡한 알고리즘[1-7]이 들어가므로 보다 단순하게 구현할 수 있는 알고리즘의 연구가 필요하다.

위상한정상관법(POC:Phase Only Correlation)[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 대하여서도 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.

2. 위상한정상관법에 의한 지문인식

본 논문에서 사용하는 위상한정상관법은 화상을 푸리에 변환하여 얻어진 진폭스펙트럼과 위상스펙트럼 중에서 위상스펙트럼만을 이용하여 상관함수(correlation function)를 계산하는 방법으로서, 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. 반면 다른화상은 그림 2에서 보이는 것과 같이 그림 1과는 달리 두드러진 피크치가 보이지 않음을 알 수 있다.

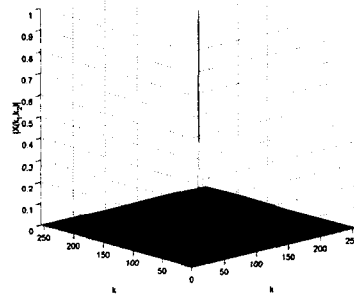


그림 1. 표준화상 Lena 에 의한 자기상관화상

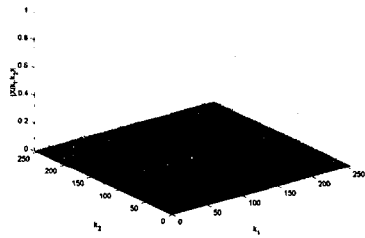


그림 2. 표준화상 Lena와 lady 와의 상관화상

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 중앙에 크기 1의 피크가 나타난다. 한편, 서로 다른 화상을 입력하였을 경우에는 상관화상에 큰 피크는 나타나지 않는다.

3. 실험결과

제안된 방법을 실험하기 위하여 등록지문 1 개와 입력 지문 20 개를 사용하였다. 등록지문은 A 로하고 4명 에 대하여 각각 5개씩 채취된 입력을 사용하였다. 이 지문화상은 정부기관에서 사용하는 지문인크로 채취한 것이다. 지문 화상은 256그레이레벨을 가지고 있고 크기는 256x256이다. 제안된 방법에서는 2치화, 세션화, 특징점 추출과 같은 일체의 전처리는 물론이고 평행이동이나 회전이동과 같은 화상의 정렬보정도 행하지 않았다. 그림 3은 채취된 지문화상의 예이다.



그림 3. 채취된 실험용 지문화상의 예

사람 1의 지문 1개를 등록지문A로 하고 각 사람에 대한 5개씩의 입력지문 총 20개에 대하여 식 1에 의하여 상관화상을 구하는 경우의 피크치를 표 1에 나타내었다. 이 표에서 등록지문이 있는 사람 1의 입력 지문에 대하여 상관 화상의 피크치가 0.04-0.1, 나머지 3 사람의 지문에 대해서는 0.03 미만으로 나오는 것을 알 수 있다.

표 1. 등록화상과 입력 화상에 대한 피크

사람	사람 1	사람 2	사람 3	사람 4
입력지문 a	0.1039	0.0213	0.0245	0.0202
입력지문 b	0.0458	0.0167	0.0170	0.0169
입력지문 c	0.0526	0.0224	0.0259	0.0214
입력지문 d	0.0426	0.0198	0.0172	0.0191
입력지문 e	0.0428	0.0233	0.0165	0.0173

그림 4. 지문 a 와 지문 A,B,C,D 의 상관화상

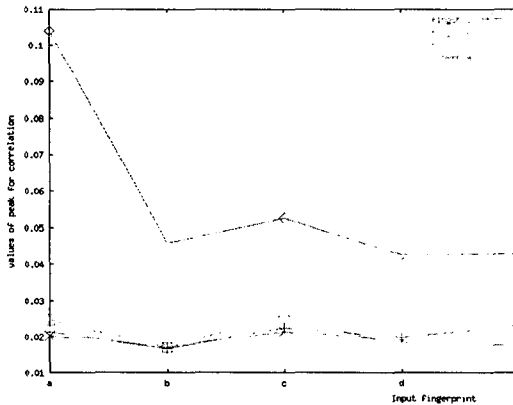


그림 4는 표 1의 내용을 그래프로 그려 본 것이다. 여기서 finger1 은 등록지문과 같은 사람 1의 입력지문에 대한 결과이고 finger 2,3,4 는 등록 지문과 다른 사람의 입력지문에 대한 결과를 나타낸다. 여기서 등록지문이 있는 사람1의 입력에 대한 피크치는 나머지 3 사람의 입력 지문에 대한 그래프보다 0.01 만큼 이상 위에 있음을 알 수 있다. 그림 5는 등록지문과 동일인의 지문인 입력지문 1c(사람1의 입력지문c)에 대한 상관화상이다. 그림 4와 표 1에서 볼 수 있듯이 동일인의 지문에 대하여는 전처리나 별도의 지문의 정렬이 없이도 두드러진 피크치가

더 높게 나타남을 알 수 있다. 나머지 4명에 대하여 등록지문을 지정하는 경우에도 입력지문에 대하여도 동일인의 경우에는 그렇지 않은 경우보다 높은 피크치를 나타내었다. 그림 5는 등록지문이 있는 사람1의 등록지문A와 같은 사람의 입력지문1c를 가지고 상관화상을 구한 결과이다. 피크치가 0.05를 넘는 것을 알 수 있다. 그림 6은 등록지문A와 다른 사람2의 입력지문2c와의 상관화상을 나타낸 것이다. 이 그림에서처럼 동일인이 아닌 경우에는 두드러진 피크치가 0.02정도로 낮은 피크치를 보임을 알 수 있다.

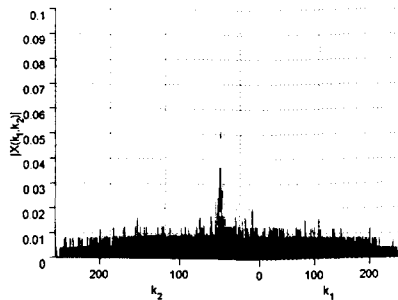


그림 5 등록지문A와 입력지문1c에 대한 상관화상

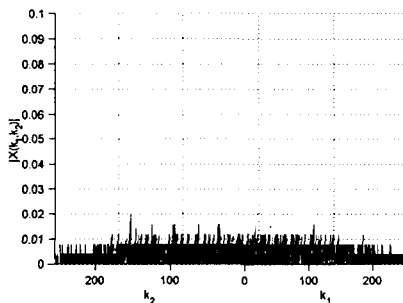


그림 6. 등록지문과 입력지문2c에 대한 상관화상

따라서 0.04를 임계치로 하면 등록지문 A를 가진 사람1의 지문을 용이하게 판별할 수 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 위상한정상관법을 이용하여 동일인의 지문을 인증하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 두 지문 화상의 푸리에변환을 계산하여 위상만을 이용한 위상한정상관함수를 계산하고 이를 역푸리에변환하여 얻어지는 상관화상의 두드러진 단일 피크치의 크기로 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 없어도 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, "동일용선상에 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 Simposium 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.