

# 위상한정상관법을 이용한 손상된 지문의 인식

이종민<sup>o</sup> 이충호 김응규  
한밭대학교 정보통신전문대학원  
{mi202407<sup>o</sup>,chlee, kimeung}@hanbat.ac.kr

## Recognition of Corrupt Fingerprint Using Phase Only Correlation

Jong Min Lee<sup>o</sup>, Choong Ho Lee, and Eung-Kyeu Kim  
Graduate School of Information Communication Engineering, Hanbat National University

### 요 약

본 논문은 위상한정상관법을 이용하여 손상된 지문을 인식할 수 있는 방법을 제안한다. 위상한정상관법은 등록된 사람의 지문에 대하여 등록되지 않은 사람의 지문보다 상대적으로 높은 피크치를 나타내지만, 여러 가지 원인으로 손상된 지문에 대하여도 피크치에 대한 임계치를 찾아냄으로써 입력지문이 등록지문과 동일한 지 여부를 판정할 수 있음을 보인다. 실험을 통하여 손상되는 원인별 실험적 임계치를 제시하고, 위상한정상관법과 제안된 임계치 설정방법에 의하여 손상된 지문에 대하여 유효함을 보인다.

### 1. 서 론

지문인식은 동일인임을 증명할 수 있는 효과적인 방법으로 잘 알려져 왔다. 그리고 이를 이용하기 위한 지문인식을 위한 처리방법이 많이 연구되어 왔다. 최근에는 특히 시스템이 보안을 요하는 응용에 실제로 많이 사용되고 있다.

그러나 지문을 인식하기 위해서는 2치화, 세션화 등의 복잡한 전처리가 필요하고[1] 지문의 정렬[2] 등 많은 복잡한 알고리즘이 들어가므로 보다 단순하게 구현할 수 있는 알고리즘의 연구가 필요하다.

위상한정상관법(POC:Phase Only Correlation)[3-7]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 지문인식에 대한 획기적인 알고리즘 개발의 기초가 될 수 있으나, 현재 국내에서는 상관을 이용하는 연구 등을 제외하고는 연구가 미미한 실정이며, 당 연구실에서 이 방법에 대한 초기 연구결과를 발표한 바 있다.[8]

본 논문에서는 위상한정상관법을 이용하여 여러 가지 원인에 의하여 손상된 지문을 인식하는 방법을 제안한다. 이 방법은 이미 발표한 논문 [8]과 마찬가지로 지문의 분류나 정렬 등을 행하지 않고도 인식이 가능한 알고리즘이다. 전처리 이전의 상태의 입력된 지문에 대하여 평행 이동하거나 적은 각도의 회전에 대하여도 상당히 좋은 특성을 보인다. 본 논문에서 사용하는 방법은 푸리에 변환의 위상과 진폭에 대하여 위상정보만을 이용한다. 특히 동일인의 지문에 대하여 여러 가지 원인으로 손상된 지문에 대한 위상한정상관법의 피크치가 등록되지 않은 사람의 지문에 대한 피크치보다 상대적으로 높은 피크치를 나타낼 것이라고 가정하고 두 가지를 분별할 수 있는 정확한 임계치를 찾아내어 실험적으로 제시한다.

### 2. 위상한정상관

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 다른 화상은 그림 2에서 보이는 것과 같이 그림 1 과는 확연한 차이를 볼 수 있다.

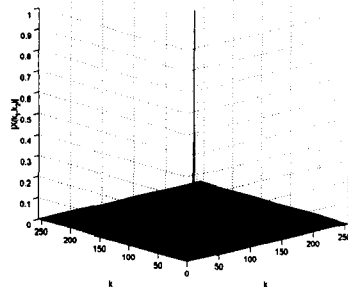


그림 1 표준화상 Lena 에 의한 자기상관화상

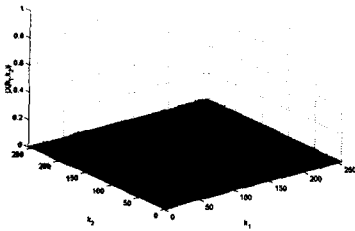


그림 2 표준화상 Lena와 lady 와의 상관화상

지문화상 2개를  $f(x, y)$ (등록된 화상),  $g(x, y)$ (입력화상)이라고 하고, 이들의 푸리에 변환을 각각  $F(u, v)$ ,  $G(u, v)$ 라고 하였을 때 위상한정상관함수  $c(x, y)$ 를 식 1에 보인 함수  $C(u, v)$ 를 역푸리에 변환함으로써 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 1은 위상한정상관에 의하여 화상의 상관을 구한 것을 나타낸 것이다. 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.

### 3. 실험결과

제안된 방법을 실험하기 위하여 등록지문 1개와 입력지문 30개를 사용하였다. 손상된 지문은 등록지문과 동일한 사람의 지문으로 4가지 원인에 대하여 각 5개씩 20개이며 손상되지 않은 지문은 5개이다. 또한 다른 사람의 지문 5개를 채취하여 입력지문으로 사용하였다. 인주로 채취한 손상된 지문 5개를 제외하고는 모든 지문화상은 정부기관에서 사용하는 지문잉크로 채취한 것이다. 지문 화상은 256 그레이레벨을 가지고 있고 크기는 256x256이다. 제안된 방법에서는 2차화, 세선화, 특징점 추출과 같은 일체의 전처리는 물론이고 평행이동이나 회전 이동과 같은 화상의 정렬보정도 행하지 않았다. 그림 3은 손상된 지문의 예이다. 이 그림에서 손상된 지문은 종류별로 (a)는 인주로 채취한 지문이며, (b)는 넓은 모노종이 위에서 채취한 지문, (c)는 요철이 있는 종이 위에서 채취한 지문, (d)는 영수증의 숫자 위에서 채취한 지문이다.

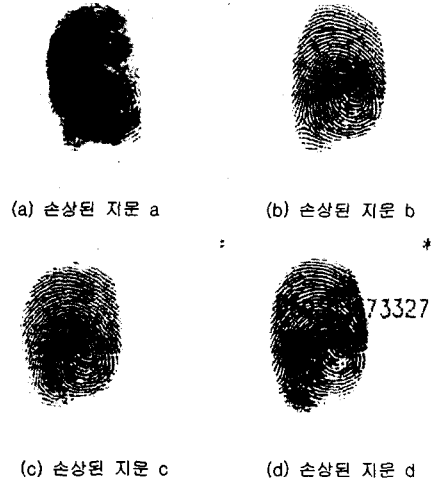


그림 3 여러 가지 원인으로 손상된 지문

등록지문이 있는 사람의 입력지문 1,2,3,4,5와 지문이 등록되어 있지 않은 다른 사람의 입력지문 1,2,3,4,5에 대하여 식 1에 의하여 등록지문과의 상관화상을 구하여 그 피크치를 표 1에 나타내었다. 이 표에서 상관의 피크치는 동일인의 지문에 대하여는 약 0.037~0.177, 등록되지 않은 사람의 지문에 대하여는 약 0.022~0.029까지의 값을 보인다.

표 1 등록지문과 손상되지 않은 입력지문간의 상관의 피크치

사람	동일한 사람	다른 사람
입력지문1	0.1771	0.0267
입력지문2	0.0596	0.0299
입력지문3	0.0432	0.0243
입력지문4	0.0488	0.0225
입력지문5	0.0374	0.0277

표 2 등록지문과 손상된 지문간의 상관의 피크치

지문	손상된지문 a	손상된지문 b	손상된지문 c	손상된지문 d
입력지문1	0.0493	0.0477	0.0659	0.1165
입력지문2	0.0378	0.0703	0.0913	0.1065
입력지문3	0.0563	0.0440	0.0629	0.0572
입력지문4	0.0547	0.0506	0.0842	0.1235
입력지문5	0.0328	0.0582	0.0822	0.0604

또한 등록지문과 각 손상된 원인 a,b,c,d에 대한 손상된 입력지문 1,2,3,4,5에 대하여 미리 등록된 지문과의 상관의 피크치를 표 2에 나타내었다. 이 표에서 등록된 지문과 동일한 사람의 손상된 입력 지문에 대하여 상관 화상의 피크치가 약

0.032~0.123 이 되어 표 1의 등록되지 않은 사람의 지문의 피크치의 분포 약 0.023~0.029 보다 높음을 알 수 있다.

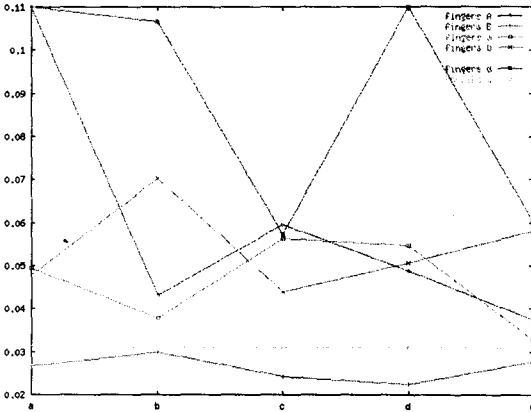


그림 4 등록지문과 손상된 지문, 등록지문과 다른 사람의 지문과의 상관화상

그림 4는 표 1과 표 2의 내용을 그래프로 그려 본 것이다. 여기서 fingers A는 등록지문과 같은 사람의 손상되지 않은 입력 지문에 대한 결과, fingers a,b,c,d는 등록지문과 같은 사람의 손상된 입력 지문에 대한 결과이고 fingers B는 등록지문과 다른 사람의 입력지문에 대한 결과이다. threshold는 동일한 사람과 다른 사람을 구분 짓는 임계치이다. 여기서 등록지문과 다른 사람의 입력 지문에 대한 피크치 B는 같은 사람의 입력 지문에 대한 그래프 A보다 임계치(threshold) 0.031에 의하여 구분할 수 있음을 알 수 있다. 그림 4와 표 1에서 볼 수 있듯이 동일한 지문에 대하여는 전처리나 별도의 지문의 정렬이 없이도 두드러진 피크치가 더 높게 나타남을 알 수 있다.

한편, 이동과 회전을 하였을 경우에 대한 피크치를 실험해 보았다. 그 결과 256x256 이미지 내에서 수직 및 평행 이동을 하여도 그 피크치는 이동을 안 한 경우와 동일하게 나타났으며 회전을 한 경우에는 30° 이상으로 회전을 하면 임계치 0.031 미만이 나오는 것을 알 수 있었다. 하지만 지문을 입력하는 장치 가 고정되어 있는 경우나, 지문채취시의 육안에 의한 보정만으로도 일반적인 상황에서 30° 이상 회전된 지문은 드물 것으로 간주하였다. 결과적으로 본 실험에서는 0.031을 임계치로 하면 등록된 사람의 손상된 지문의 경우에도 동일한 사람임을 용이하게 판별할 수 있음을 알 수 있었다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 위상한정상관을 이용하여 손상된 지문을 인식하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 두 지문화상의 푸리에변환을 계산하여 위상만을 이용한 위상한정상관 함수를 계산하고 이를 역 푸리에변환하여 얻어지는 상관화상의 두드러진 피크치에 대하여

경험적인 임계치를 설정함으로써 이루어진다. 이 방법은 지문화상이 평행 또는 수직 이동되어 입력된 경우와 입력화상이 손상된 경우에도 잘 인식하는 우수한 특성을 보여주었다. 입력된 지문의 회전각도는 30° 미만으로 가정하였다. 또한 지문화상의 2차화, 특징추출, 정렬이 없이도 화상을 잘 인식함을 보여준다.

제안된 방법은 일상생활에서 실제 동일인임을 입증하기 위해 지문을 인식할 때 발생할 수 있는 손상에 대하여도 잘 인식하는 특성을 보여주었으나, 입력화상의 회전각도가 30° 이상인 경우에 대하여 인식할 수 있는 방법에 대하여 향후 더 많은 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] 김현철, 심재창, "동일용선상에 존재하는 특징점간의 연결 정보를 이용한 지문인식", 정보과학회논문지, Vol.28, No.10, pp.764-772, 2001.
- [2] 박중조, "Correlation을 이용한 지문정렬", 2002 한국신호처리시스템학회 논문집 3권1호, p149-152, 2002.
- [3] 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.
- [4] T. Kobayashi, H. Nakajima, T. Aoki, 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.
- [5] H. Hiroshi, K. Kobayashi, 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.
- [6] 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.
- [7] 이충호, 김응규, "푸리에공간에서의 상관을 이용한 패턴매칭", 2002 한국신호처리시스템학회 논문집 3권1호, p165-168, 2002.
- [8] 서덕범, 이충호, "위상한정상관법을 이용한 지문인식," 2003년 한국정보과학회 가을학술발표대회 논문집 제 30권 2호, pp.556-558, 2003.