

효율적 전처리 기법을 이용한 홍채인식

박수영* 최광미 정채영

조선대학교 진산통계학과

{swimipark, iplab}@hanmail.net, cyjung@chosun.ac.kr

Iris Recognition using the Effective Preprocessing technique

Su-Young Park* Kwang-Mi Choi Choi-Yeoung Jung

Dept. Computer & Statistics, Chosun University

요 약

생체 특성에 기초한 개인확인 및 인증 방법의 하나인 홍채의 패턴 인식에 있어서 전처리 기술은 사용자의 홍채 정보 손실로 인한 오인식을 최소로 하여야한다. 본 논문에서 전처리 기술 중 프리윗트(Prewitt) 필터와 sobel 필터를 이용한 홍채의 인식률을 비교하고 진처리된 영상으로부터 추출된 특징값에 대해 저용량을 유지하면서 손실된 정보가 없고 실시간 처리가 요구되는 정보보호를 위한 특징추출 방법 중 고차 국소 자동상관함수를 이용한 특징추출 방법을 제시하여 인식률을 향상시키는 방법을 제시하고자 한다.

1. 서론

오늘날 우리는 급속도로 발전하는 정보사회에 살고 있다. 이러한 정보사회는 정보의 생성, 저장, 처리, 운반, 검색 기능이 상호 연결된 통신망 환경 하에서 다양한 형태의 정보 서비스가 이루어지는 사회이다. 한편 이러한 정보화 사회가 주는 편리함과 유익성에 비례하여 매우 위험하고 파괴적인 역기능이 뒤따르고 있다. 특히, 인가 받지 않은 불법 사용자로 인한 정보시스템의 파괴, 개인 신상 비밀의 누설 및 유출, 불건전 정보의 유통 등과 같은 정보화의 역기능으로 인해 고통받고 있다. 이는 향후에 정보통신 시스템과 네트워크가 다 개방되고, 용량과 성능 그리고 연결성이 강화되는 추세에 비추어 그 취약성도 비례하여 증대될 것으로 예견되고 있다.[2][8]

기존의 패스워드에 의한 개인확인 및 검증방법의 한계를 극복하여, 절도나 누출에 의하여 도용 될 수 없으며 변경되거나 분실할 위험성도 없는 새로운 형태의 신분검증 방법에 대한 연구 분야가 바로 바이오메트릭스(Biometrics)분야이다.

바이오메트릭스(Biometrics) 즉, 생체인식기술은 영상신호나 음성신호 등의 형태로 입력된 개인의 신체적, 행동적 특징을 분석하여 본인여부를 확인하는 패턴인식분야 기술로서 대표적인 예로 얼굴인식, 지문인식, 홍채인식, 정맥인식, 화

자인식, 서면인식 등이 있다. 이 중 홍채인식시스템은 특정한 눈 영상을 카메라로부터 취득하고 홍채 영역내의 특징을 추출하여 신원을 확인하는 작업을 수행하는 시스템을 말한다.[9][10]

홍채특징 추출은 홍채영역에 나타나는 무늬 패턴의 특징을 추출하는 단계로, 홍채 무늬 패턴의 그레이(gray) 값의 변화를 반영하는 값으로 표현된다.[6] 기존의 연구방법은 전처리를 이용한 홍채영역 추출 후 인식을 시도하였으나, 이 경우 홍채영역에 모든 데이터를 사용해야하므로 인식 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 수평과 수직의 에지성분을 추출하는 프리윗트 필터와 비선형 모서리를 추출하는 소벨필터 처리후 이동 불변 함수인 국소 고차 자동 상관함수를 적용하여 홍채의 특징점을 추출하였다. 동일한 홍채에 두 전처리 후 25개의 고차 국소 자동상관관계수 특징값에 대한 오차값을 분석하여 인식률과 처리속도를 비교하였다.

본 논문의 2장에서는 전처리 필터들의 특징, 그리고 전처리를 이용한 홍채영역 검출 결과를 제시한다. 3장에서는 고차 국소 자동상관함수를 설명하고, 4장에서는 고차 국소 자동상관함수를 이용한 특징추출결과를 분석하였고, 5장에서는 결론을 제시하였다.

2. 전처리

영상에 대한 기본적인 처리로서 영상 내에 포함되는 잡음을 제거하거나 영상이 가진 특징을 추출하기 위해 각종 조작을 행하는 방식으로 영상을 구성하는 화소들의 집합에 대한 직접적인 조작을 가하는 공간 영역적 방법과 직교함수를 이용하여 스펙트럼 영역으로 변환한 후 조작을 가하는 주파수 영역적 방법이 있다.[7] 본 논문에서는 영상의 수평과 수직 에지성분을 추출하는 프리위트(Prewitt) 필터와 비선형 모서리를 추출하는 소벨(Sobel)필터에 관해 논하고자 한다.

2.1 프리위트(Prewitt) 필터

프리위트 필터는 특히 긴 수평 에지 또는 수직 에지를 정확히 추출하는 방법으로서 직사각형 필터가 사용되고 있다. 식 (1)는 3×3의 프리위트 필터이다.

$$\Delta X = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \Delta Y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ΔX 에 의해 수직의 에지성분, ΔY 에 의해 수평의 에지성분이 추출된다.[7] 그림 1은 획득한 홍채영상에 프리위트(prewitt) 전처리를 적용한 영상이다.

2.2 소벨(Sobel) 필터

소벨 필터는 비선형 모서리 강조 또는 추출 방법으로 이 필터를 구현하기 위해서는 두 가지 상이한 방법이 있는데 두개의 커널을 이용한 계산 방법이다.

식 (2)은 소벨 필터를 적용하기 위한 두 개의 커널 식이다.

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} 1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

(a) X 커널을 사용 (b) Y 커널을 사용

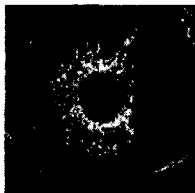
소벨 필터는 이 두 회선으로부터 발견 모서리의 크기와 방향을 계산해 해서 다음을 얻는다.[7]

크기 = $\sqrt{X^2 + Y^2}$ 이고,

방향 = $\arctan(Y/X)$ 이다.



[그림 1] 프리위트 필터를 적용한 홍채



[그림 2] 소벨 필터를 적용한 홍채

그림 2는 획득한 홍채영상에 소벨 필터 전처리를 적용한 영상이다.

3. 고차 국소 자동상관함수(higher order local autocorrelation function)

고차 국소 자동 상관계수(higher order local autocorrelation features)는 이동 불변의 함수로써 알려져 있다. 이러한 자동상관계수를 더 확장시킨 함수가 고차 국소 자동상관계수이다. 이미지의 영역에 P 가 표시되어 있을 때 N 차원의 자동상관계수는 N 을 a_1, \dots, a_N 으로 대치시킨다면 다음 식 (3)와 같이 정의 할 수 있다.

$$x^N(a_1, \dots, a_N) = \int_P f(\tau) f(\tau + a_1) \dots f(\tau + a_N) d\tau \quad (3)$$

식 (3)에서 $f(\tau)$ 는 τ 상에서 그레이 레벨을 표현한 것이다.

큰 영역을 지니고 있는 P 를 조합하여 얻은 자동상관계수는 그 계수의 수가 너무 많기 때문에 일정한 과정을 거쳐 이를 감소시켜야 한다. 따라서 먼저 N 차원의 범위를 2차원 정도로 제한한다. ($N=0, 1, 2$) 만일 0차원 자동상관계수는 영역 P 의 그레이 레벨의 평균을 의미한다. 고차 국소 자동상관계수는 이미지 영역 P 를 25개의 3×3 마스크 필터를 이용해 탐색하고 국소 마스크 패턴의 각 참조 픽셀 값의 합을 통하여 총 25개의 특징벡터를 계산하게 된다. 이러한 특징벡터는 이동불변의 특징을 지니고 있다. 특징 벡터 f^u 는 식 (4)로 정의된 고차 국소 자동상관계수의 특징 벡터를 지니게 된다.[5]

$$f^u = f_1, \dots, f_{25} \quad (4)$$

$I_{x,y}$ 를 3×3 마스크 패턴을 영상의 x, y 좌표를 탐색하였을 때의 특징 벡터라 한다면, $I_{x,y}$ 의 0차원 자동 상관 함수 f_1 로 표현할 수 있다. 그러므로 각각의 특징벡터 f_i ($i=1,2,3,\dots,25$)는 식 (5)로 정의된다.[5]

$$\begin{aligned} f_1 &= \sum_x \sum_y (I_{x,y}) \\ f_2 &= \sum_x \sum_y (I_{x,y})(I_{x+1,y}) \\ &\vdots \\ f_5 &= \sum_x \sum_y (I_{x,y})(I_{x-1,y-1}) \\ f_6 &= \sum_x \sum_y (I_{x,y})(I_{x+1,y})(I_{x-1,y}) \\ &\vdots \\ f_{13} &= \sum_x \sum_y (I_{x,y})(I_{x-1,y})(I_{x+1,y}) \end{aligned} \quad (5)$$

$$f_{14} = \sum_x \sum_y (I_{x,y})(I_{x-1,y+1})(I_{x+1,y})$$

$$\vdots$$

$$f_{25} = \sum_x \sum_y (I_{x,y})(I_{x-1,y-1})(I_{x+1,y-1})$$

5. 홍채 특징벡터의 생성

5.1 고차 국소 자동상관함수를 이용한 특징벡터 추출

본 논문에서는 획득한 홍채 영상에 프리위트와 소벨 전처리 필터를 적용하여 얻은 에지 영상에 3×3 마스크 패턴 고차 국소 자동상관 계수를 적용하여 홍채 영상이 담고 있는 25개의 특징벡터를 생성한다. 그림 3은 획득한 서로 다른 홍채 영상에 대한 특징벡터 그래프이다.

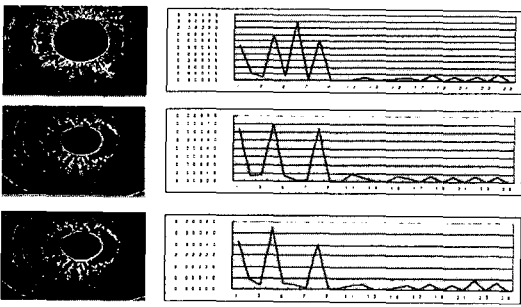
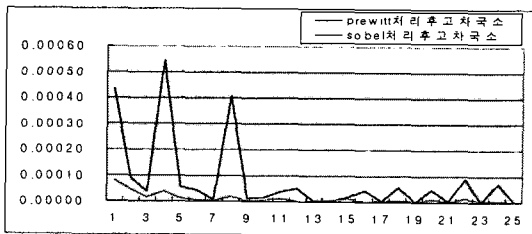


그림 3. 일부 홍채영상 데이터의 특징벡터 그래프

5.2 홍채 인식

획득한 홍채영상에 소벨과 프리위트 전처리 후 고차 국소 자동상관계수를 적용하였다. 본 논문에서는 총 10명에 대한 각각 10개의 홍채영상에 소벨과 프리위트 전처리후 고차 국소 자동상관계수를 적용하였다. 소벨과 프리위트 전처리후 고차 국소 자동상관계수를 적용한 결과는 인식오차 0.01을 사용하여 인식률을 실험하였다. 특징벡터의 오차 값이 인식 오차 0.01로 감소하는 경우 동일인으로 간주한다. 그림 4는 획득한 총10명의 대한 10개의 홍채영상에 대하여 두 전처리 후 고차 국소 자동상관계수를 적용한 후의 인식오차의 변화 추이를 관찰한 것이다.



[그림 4] 소벨과 프리위트 전처리후 고차 국소 자동상관계수 적용결과

소벨과 프리위트 전처리후 고차 국소 자동상관계수를 적용한 두 홍채영상 모두 9회 이후 인식오차가 오차 범위내내를 수렴되어 인식이 성공하였다.

프리위트 필터를 적용후 특징값을 추출하여 적용한 경우 총 10개의 영상 중 8개의 영상이 인식에 성공하여 77% 정도의 인식률을 보였고, 소벨의 경우는 80%정도의 인식률을 보여 소벨 필터가 인식률에 있어서 좋은 결과를 보였다. 인식 소요시간을 비교해보면 프리위트 필터가 소벨 필터보다 처리속도 면에서는 더 나은 성능을 보였다.

6. 결 론

홍채의 패턴 인식에 있어서 전처리 기술은 사용자의 홍채정보 손실로 인한 오인식을 최소화 하여야한다. 본 논문에서 이러한 전처리 기법 중 가장 널리 사용되고 있는 프리위트 필터와 소벨 필터를 적용하여 성능을 비교하고 이에 이동 불변 함수로 알려져 있는 고차 국소 자동상관함수를 이용하여 특징값을 추출함으로써 홍채를 인식하였다.

실험 데이터는 10명에 대해 각각 10개의 홍채영상에 인식 오차값 0.01 사용하였다. 지정된 인식 오차값이 0.01이하로 감소하는 경우 인식으로 간주하였다. 인식회수는 소벨과 프리위트 필터 처리후 고차 국소 자동상관계수를 적용한 결과 모두 9회 이후 인식 오차가 0.01로 감소하였다. 인식률에 있어서는 소벨 필터가 프리위트 필터보다 더 나왔고, 처리 속도면에서는 프리위트 필터가 소벨필터 보다 더 나은 결과를 보여주었다.

향후 연구과제로는 좀더 나은 전처리 필터와 홍채의 이동 불변의 특징을 가질 수 있는 특징값 추출 방법에 대한 연구가 사료된다.

교신저자

Chai-Yeoung.jung

cyjung@chosun.ac.kr

참고문헌

- [1] 고희주, 이상원, 진명근, "개인확인 및 인증 알고리즘을 위한 홍채 패턴인식", 한국정보처리학회, pp.499-506 2001.
- [2] 한국정보보호센터, "정보보호 현황 정보보호기반 및 기술을 중심으로", 1996.
- [3] 지식정보센터, 주간기술동향, 동군 965호, 2000.
- [4] 이철한, "홍채 인식을 위한 눈 영상 획득 및 홍채영역 추출에 관한 연구", 연세대학교 공학석사 논문, 2001.
- [5] 김창원, "신경망을 이용한 웹 사용자 얼굴인식 인증시스템 구현", 조선대학교 이학박사 논문, 2002.
- [6] <http://www.keic.org/kmonth/2001-12/column.html>
- [7] 정유정, "CT 영상처리를 위한 필터링에 관한 연구", 조선대학교 이학석사 논문, 1996.
- [8] A.Jain, T.Bolle, and S. Pankanti, "Biometrics : Personal Identification in Networked Society", Kluwer

Academic Publish, 1999.

[9] Biederman, I. Neural Psychophysical analysis of object and face recognition. In H. Wechsler, P. Phillips, V. Bruce, F. Fogelman-Soulie, and T. Huang editors, Face Recognition: From Theory of applications, Nato ASI Series F. Springer- Verlag. 1998.

[10] Duangman, J. G. Uncertainty Relation for Resolution in Space, Spatial Frequency, and Orientation Optimized by 2D Visual Cortical Filters. J. Opt. Soc. Amer. (A) Vol. 2, pp. 1160-1169. 1985.

[11] <http://www.jimun.com/technology/bio.html>