

최대 분산을 이용한 홍채 시스템의 기울기 보정

박지현⁰, 손병준, 이일병*
⁰연세대학교 컴퓨터과학과
*연세대학교 컴퓨터정보과학부
{jhpark⁰, sonjun, yblee*}@csai.yonsei.ac.kr

Rotation Correction in Iris Recognition System by Using Maximun Variance

Ji-hyun Park⁰, Byungjun Son, Yillbyung Lee*
⁰Dept. of Computer Science,
*Division of Computer and Information Engineering, Yonsei University

요 약

현재 연구되고 있는 대부분의 홍채인식 기술은 홍채영역 추출 시, 획득된 눈 영상의 기울기가 일정하다는 가정에 기초하고 있다. 그러나 머리가 일정한 기울기를 가지고 있지 않다면 인식률의 저하를 가져오게 된다. 본 논문에서는 이 문제를 보완하기 위한 방안으로, PCA를 이용하여 분산이 최대가 되는 방향을 구하고 이를 기준으로 홍채데이터를 추출하는 방법을 제안한다. 본 논문에서는 우리가 제안하는 방법을 사용하여 실제 다양한 기울기로 취득한 모든 눈 영상에 대한 실험을 한 결과, 98.97%의 인식률을 얻어 비교적 일정한 홍채영역을 추출할 수 있음을 입증하였다.

1. 서론

급속한 정보화 사회로 진입함에 따라 개인 식별은 개인의 정보 보호와 보안 유지를 위한 출입 통제 등을 위해 반드시 필요한 전제 조건이 되고 있다. 그러나 전통적으로 사용되어지는 패스워드나 개인 식별 번호는 도용이나 유출이 될 수 있고, 열쇠나 카드와 같은 물리적인 수단을 이용한 방법은 항상 소지해야 하며 분실될 수 있다는 단점이 있다. 이러한 기존 보안 방법의 한계를 극복하고, 여러 정보화의 역기능 문제를 해결해 줄 수 있는 대안으로 제시된 것이 개인의 신체적, 행동적 특징을 기반으로 개인을 식별하는 생체인식(Biometrics)이다.[1]

생체인식 분야 가운데 홍채 인식은 홍채 패턴의 다양성이 어떤 신체부위보다 뛰어나기 때문에 관심의 대상이 되고 있다. 사람이 태어난 지 만 3세 이전에 홍채 패턴이 형성되며, 한번 생성된 홍채는 일생동안 거의 변하지 않는다는 장점이 있다.[2]

이러한 홍채를 사용하는 홍채시스템은 크게 품질평가, 전처리, 특징추출, 등록 및 인식의 과정을 거친다.[3] 이 4 단계 가운데 전처리 단계는 카메라를 통해 획득된 눈 영상에서 특징 추출을 위해 유효한 홍채데이터를 추출하는 단계로, 얼마나 정확하게 일정한 홍채 영역만을 추출

해 내느냐에 따라 홍채인식 시스템의 성능이 달라질 수 있다. 따라서 홍채영역 추출 방법은 상당히 중요하다고 할 수 있다.

2. 본론

일반적인 홍채영역 추출 방법을 살펴보면, 초기 눈 영상 획득 시 머리의 기울기가 일정하다는 가정이 전제하에[4], 홍채 데이터를 추출한다. 그러나 머리의 기울기가 변하는 경우 그 인식률은 저하될 수밖에 없다.

머리 기울기에 따른 홍채 인식률을 알아보기 위해 카메라에 눈을 수평으로 맞추고 홍채 하단부 180°를 추출했다. 이렇게 추출된 각각 10개의 홍채 데이터를 가진 30개의 class에 대해 기울기를 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30° 각 각도 범위 내에서 임의로 변경한 후, Wavelet변환과 SVM을 적용하여 총 20회 실험을 하였다. 각 실험마다 임의로 5장을 training data로 취하고 나머지 5장을 test data로 취하여 인식률을 알아본 후 평균을 내 보았다.

표 1. 회전에 따른 인식률 변화 (단위 %)

	5°	10°	15°	20°	25°	30°
최고	100	100	98.71	97.42	94.84	94.19
최저	98.06	95.48	94.84	90.97	83.23	85.81
평균	99.42	98.42	97.10	94.90	91.03	89.39

본 연구는 과기부 뇌신경정보화학사업으로부터 부분적인 지원을 받아 수행되었음.

실험 결과를 보면 머리 기울기에 따라 회전된 눈 영상에 의해 얻어진 홍채데이터는 실제 인식률을 저하시키는 요인이 됨을 알 수 있다. 이를 보완하기 위한 기존 방법으로 첫 번째, 홍채영역을 직사각형으로 변환하여 홍채데이터의 특징을 비교함으로써 기울기를 보정하는 방법이 있다.[2][5] 그러나 기본적으로 동양인의 경우 윗눈썹 침범으로 인해 홍채 360도를 전부 사용할 수 있는 확률이 드물며, 비교되는 눈 영상의 기울기가 클수록, 기울기 보정 후 동일인에게서 추출된 홍채 데이터에서 사용할 수 있는 홍채의 특징이 상대적으로 적어지기 때문에, 인식률이 낮아질 수밖에 없다. 게다가 머리의 기울기가 크고, 그리고 class 가 큰 경우, 연산량이 대폭 증가되는 단점이 있다.

두 번째 보완 방법으로, 영상의 밝기 데이터를 추출하여 이를 기반으로 기울기를 보정하는 방법이 있다.[6] 그러나 이 방법은 영상의 밝기 데이터에 의존하기 때문에 초기 눈 영상 획득 시 카메라의 조명과 사람의 눈동자 사이의 거리가 항상 고정되어 있어야 한다는 조건이 전제되어 있다. 게다가 외부 환경의 영향을 많이 받는다는 단점이 있다.

세 번째 보완 방법으로는 위치 이동에 따라 변화할 수 있는 모든 경우를 고려한 다수의 서브 밴드를 생성하고 Wavelet을 적용하여 최적의 특징값을 추출하는 방법이다.[7] 문제는 모든 경우를 전부 고려한 경우, 연산량이 증가할 수밖에 없으며 홍채 360도를 전부 사용할 수 있는 경우는 앞서 언급한 것처럼 드물다.

따라서 기울기에 상관없이 언제나 눈의 특정한 부분에서 홍채영역을 일정하게 추출할 수 있는 기준이 필요하게 되었다.

이를 위하여 내안각을 이용하여 기울어진 눈 영상에서 일정한 홍채를 추출하는 방법이 제시되었다.[8] 다양한 각도로 기울어진 눈 영상에 대하여 98.55%의 인식률을 가지나 눈 영상 획득 시 내안각이 반드시 포함되어 있어야 하며, 내안각 추출률이 85.45%에 불과하다는 단점이 있다.

본 논문에서는 PCA(Principal Component Analysis)를 이용하여 분산이 최대가 되는 방향을 찾아 이를 기준으로 홍채를 추출하는 방법을 제시한다.

2.1 최대 분산을 적용한 기울기 보정

PCA는 변수나 신호들 사이에 correlation을 제거하고 variance가 최대가 되는 방향을 찾는다. 이 축으로 data들을 projection 시켰을 때, projection된 data들이 다른 모든 data의 특성을 가진다는 것으로 차원 축소 방법의

하나이다.[9]

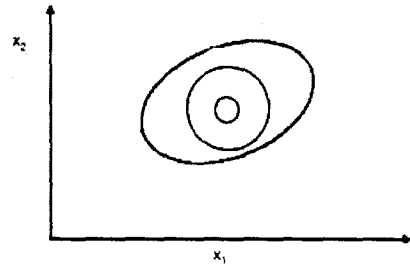


그림 1. 2차원의 눈영상

그림 1과 같이 2차원에 data들이 있다면, 이 data들로 식 (1)과 같은 2*2의 scatter matrix를 구성할 수 있고,

$$S = \sum_{k=1}^n (x_k - m)(x_k - m)^t \quad (1)$$

식 (2)로부터 eigenvalue λ 를 구할 수 있다.

$$Se = \lambda e \quad (2)$$

eigenvalue λ 가 최대값 λ_1 을 가질 때, eigenvector e_1 은 data의 분산이 최대인 방향의 기울기를 의미하게 된다.

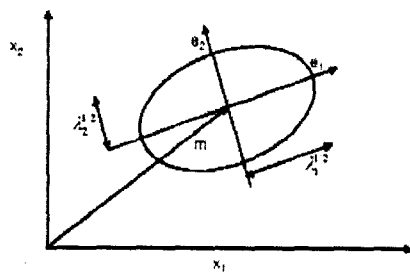


그림 2. 분산이 최대가 되는 축 결정

2.2 홍채 시스템 적용

Canny Edge Detector를 적용하여 눈 영상의 edge 추출한다. 연산을 줄이기 위해 내부 경계의 edge들을 제거한 나머지 edge들에 PCA를 사용하여 분산이 최대가 되는 축을 결정한다.

각 edge의 평균점을 $M(x_m, y_m)$, 동공 중심을 $IC(x_{in}, y_{in})$ 이라 하고, 점 M 과 IC 사이의 변화량을 $\Delta(\Delta x, \Delta y)$ 라 하자. 축 위의 임의의 점들을 $L_{old}(x_{old}, y_{old})$ 라 가정했을 때, 축 위의 모든 점들을 동공 중심 IC 방향으로 평행 이동시키면

$$L_{new}(x_{new}, y_{new}) \rightarrow (x_{old} + \Delta x, y_{old} + \Delta y) \quad (3)$$

홍채 추출 기준선 L_{new} 을 결정할 수 있다.

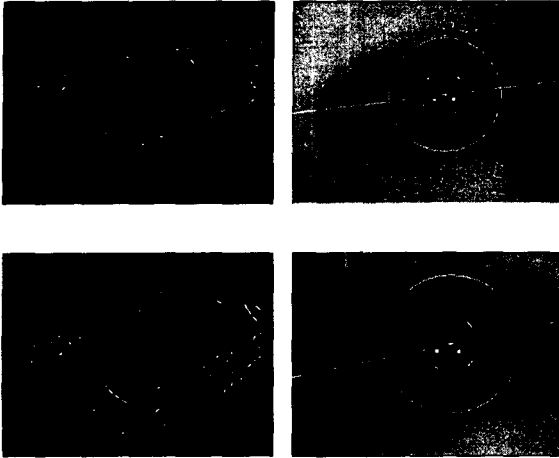


그림 3. 눈영상의 edge 와 기준축 결정

홍채의 내부 경계 중심이 외부 경계 중심보다 코 가까이 위치하기 때문에 이를 사용하여 기준이 되는 방향을 정하고 앞서 구한 축을 기준으로 홍채를 추출한다.

3. 구현 환경 및 실험 결과

본 논문의 실험은 CPU Pentium IV 1.5 MHz, Memory 256MB, OS Windows 2000 Server, Visual C++ 6.0 에서 수행되었으며, 남·녀 30명으로부터 다양한 기술기로 각각 10장씩 총 300장의 눈 영상을 입력데이터로 사용하여 홍채 데이터를 추출하였다. 눈썹 침범을 배제하기 위해 홍채 하단 120° 부분을 추출하였다. 얻어진 홍채 데이터로 Wavelet 변환과 SVM을 적용하여 총 20 회 실험을 하였으며, 각 실험마다 임의로 5장을 training data로 취하고 나머지 5장을 test data로 취하여 평균 98.97%의 인식률을 얻었다.

표 2. 회전에 따른 인식률과 제안된 방법 비교(단위 %)

	5°	10°	15°	20°	25°	30°	PCA
최고	100	100	98.71	97.42	94.84	94.19	100
최저	98.06	95.48	94.84	90.97	83.23	85.81	96.55
평균	99.42	98.42	97.10	94.90	91.03	89.39	98.97

4. 향후 연구 계획

Canny Edge Detector 에 의해 추출된 edge가 적은 경

우는 인식률 저하의 문제를 가져왔다. 따라서 눈 영상에서 가장 유효한 눈꺼풀 edge를 최대한 많이 추출하는 방법의 보완이 향후 연구에서 요구되어진다.

참고문헌

- [1] Anil K. Jain, Ruud Bolle and Sharath Pankanti, "BIOMETRICS Personal Identification in Networked Society", Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [2] J. Daugman, "High Confidence Recognition of Persons by Rapid Video Analysis of Iris Texture", IEEE Conference Publication, 1995.
- [3] Byungjun Son, Gyundo Kee, Yungcheol Byun, Yillbyung Lee "Iris Recognition system Using Wavelet Packet and Support Vector Machine", in Information Security, 4th International Workshop, WISA 2003
- [4] Richard P. Wildes "Iris Recognition : An Emerging Biometric Technology" Proceeding of the IEEE, 1997
- [5] 김웅주, 조성원, "회전, 이동, 크기에 불변한 홍채 인식 시스템", 퍼지 및 지능시스템학회, 2000.
- [6] 고현주, 이상원, 전명근, "개인확인 및 인증 알고리즘을 위한 홍채 패턴 인식", 한국정보처리학회, 2001.
- [7] 임철수, "위치 이동에 무관한 홍채 인식을 위한 웨이블릿 변환 기술" 한국정보처리학회 논문지 B 2003.
- [8] 박지현, 성한호, 이일병, "내안각을 이용한 효율적인 홍채영역 추출 방법", 한국정보과학회 추계학술대회, 2003
- [9] Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork, "Pattern Classification", WILEY-INTERSCIENCE, 2000