

홍채인식시스템 성능향상을 위한 유클리드 거리값과 멀티데이터 사용에 관한 연구*

손진호[○] 장자인^{**} 이일병^{*}
^{*}연세대학교 컴퓨터과학과 인공지능연구실
^{**}"Biometrics Engineering Research Center"
{darkotto[○], jijang^{**}, yblee^{*}}@csai.yonsei.ac.kr

A Study of The Use of Multidata and Euclidean Distance for The Robust Iris Recognition System

JinHo Son[○], Jain Jang^{**}, Yillbyung Lee^{*}
^{*}Dept. of Computer Science, Yonsei Univ.
^{**}Biometrics Engineering Research Center, Seoul, Korea

요 약

홍채 인식 시스템은 영상 획득과 전처리, 특징 추출, 등록, 인증/증명의 다섯 단계로 나누어진다. 시스템의 성능 향상을 위해서는 모든 부분이 중요하나 본 논문에서는 특징 추출에 중점을 두고 양쪽 눈의 홍채 정보를 결합하여 실험하였다. 양쪽 눈의 홍채 정보를 결합했다 함은 영상 획득과 전처리를 거쳐 얻어진 양쪽 눈 영상에서 하위 90도 영역을 잘라 붙여서 홍채 영상을 만들고 그 데이터를 사용했음을 의미한다. 특징 추출에는 2단계의 wavelet transform을, 인식에는 유클리드 거리값을 사용하였다. 실험을 통해서 단일 홍채 시스템에 비해 향상된 결과를 얻을 수 있었다.

1. 서 론

생체 인식 시스템은 사람의 신체적, 행동적 특징을 기반으로 개인을 인증하는 방법이다. 이러한 생체 인식 시스템은 얼굴 모양이나 음성, 지문, 장문, 손금, 망막, 서명, 걸음걸이, 눈 등을 포함한 수많은 생체적 특징들을 대상으로 하며, 그 신뢰성으로 인하여 신분증이나 암호, 개인 인증 번호 등의 전통적인 인증 시스템을 점차적으로 대신해 가고 있다. 이 중 홍채 인식 시스템의 경우, 홍채의 패턴이 3세 이전에 형성된 후 일생동안 변하지 않으며, 모든 사람의 홍채 패턴이 동일하지 않다는 특징을 가지고 있기 때문에, 생체 인식 시스템 중 가장 신뢰할 수 있는 시스템으로 인정받고 있다.[1]

생체 인식 시스템의 성능을 향상시키기 위해서 여러 가지 방법이 실험되었으나 그 중 최근의 연구 방향은 다중 생체 인식일 것이다. 개별 생체 인식기술은 부적절한 데이터에 의한 인식률의 감소, 획득된 데이터의 sensor에 의한 잡음, 성능이 월등히 좋은 생체 인식 기술의 부재, 복제 데이터의 사용이 쉽다는 등의 여러 한계를 가진다. 이런 개별 생체 인식 기술의 한계를 극복하기 위

하여 여러 종류의 생체 인식 기술을 연동한 것이 다중 생체 인식이다.[2]

일반적인 홍채 인식 시스템은 영상 획득, 전처리, 특징 추출, 등록, 인증/증명의 다섯 부분으로 구성되어 있다. 본 논문에서는 이 중 특징 추출에 중점을 두고 양쪽 눈의 홍채 정보를 결합하였다.

2. 다중 생체 인식 기술의 개요

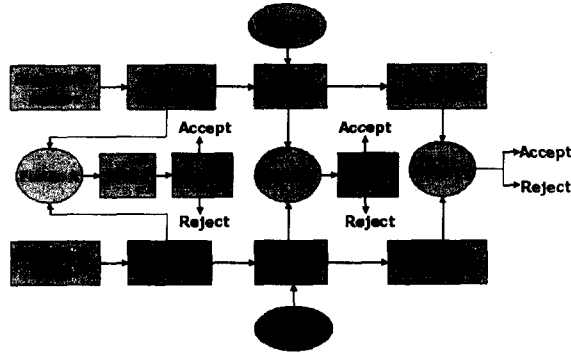
다중 생체 인식 기술은 기 서술한 단일 생체 인식 기술의 한계를 극복하기 위해 여러 종류의 생체 인식 기술을 연동한 것이다. 다중 생체 인식 기술은 기존 패턴 인식의 다중분류기 방식을 활용할 수 있으며, 여러 개의 생체 정보를 사용하고 특정 생체 정보를 사용하지 못하는 경우에 대한 대응도 가능하여 시스템의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 또한 복제 데이터에 대한 차단 효과 역시 기대할 수 있다.

이런 다중 생체 인식 기술을 설계하기 위해서는 여러 가지 고려해야 할 것들이 있다. 먼저 어떤 생체 인식 시스템을 사용할 것인가, 또 몇 가지나 결합할 것인가, 어느 수준에서 결합할 것인가, 어떻게 결합할 것인가, 각 생체 인식 시스템 별 가중치는 어떻게 하며 비용과 효율면의 균형은 어떻게 할 것인가 등을 말이다.

본 실험에서는 이 중에서 단일 생체인 홍채 인식 시스

* "본 연구는 KOSEF 생체인식연구센터(BERC)와 과기부 뇌신경정보화사업으로부터 부분적인 지원을 받아 수행되었음."

템을 사용할 것이다. 그러나 한쪽 홍채만을 사용하는 것이 아닌 양쪽 눈의 홍채 데이터를 결합하여 사용할 것이다. 또한 특징 추출 이전 단계에서 결합하여 결합된 영상에서 특징을 추출할 것이다. 양쪽 눈의 홍채 데이터를 결합하므로 가중치는 같이 둘 것이다.



<그림 1. 다중 생체 인식 기술의 결합 방법>

위 <그림 1>에서 보이는 것처럼 A, B, C 단계에서의 결합이 있을 수 있다. Fusion A의 경우에는 특징 수준에서의 결합 방법으로 같은 종류의 생체 특징끼리 결합하기 쉽다. Fusion B나 Fusion C의 경우 Confidence level의 결합 방법으로 각 특징들이 먼저 분류된 후 Matching score를 따지거나 최종 분류기에서 그 결과를 결합하게 된다. 본 논문에서는 Fusion A의 특징 수준에서의 결합 방법을 사용하게 된다. [3][4][5]

3. 멀티데이터의 사용

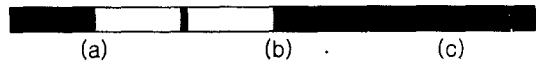
홍채 인식에 있어서, 특히 동양인의 경우에는 <그림 2>처럼 속눈썹이 홍채 영역을 침범하는 경우가 많아 전체 시스템의 인식 성능의 저하를 가져오게 된다. 이러한 성능 저하를 막기 위하여, 홍채 영역 중 하위 90도 영역만을 사용해서 인식을 하려고 한다. 그러나 이 경우 홍채 패턴의 특징점 수가 너무 적어지는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 <그림 3>처럼 양쪽 눈의 동일한 하위 90도 영역을 잘라 이 두 데이터를 서로 결합하여 특징을 추출함으로써 인식 성능을 향상시키고자 한다. 더하여 양쪽 홍채의 정보를 모두 사용함으로써 더 높은 정확도를 기대할 수 있다.

<그림 3. 속눈썹이 침범한 홍채 데이터>



<그림 3. 홍채 영역 중 하위 90° 잘라낸 부분>

동일인의 양쪽 눈 영상에서 각각 잘라낸 홍채 영역은 <그림 4>의 (a)와 (b)처럼 225×32픽셀의 영상 중 좌우 각각 절반씩을 차지하게 되고, 이 두 영상을 결합하여 (c)와 같은 영상을 얻게 된다. 이 후 이 (c)의 영상을 사용하여 특징 추출 및 인식 과정을 수행하게 된다.



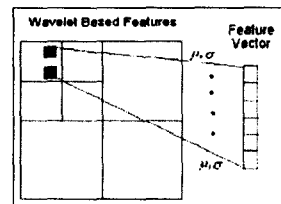
<그림 4. 추출된 홍채 영상>

(a)왼쪽 눈 홍채영상 (b)오른쪽 눈 홍채영상
(c)결합된 홍채영상

이렇게 얻어진 홍채 영상을 사용하여 특징 추출과 패턴 매칭의 과정을 거치게 된다.

입력된 홍채 영상에서 특징을 추출하는 방법으로는 웨이블릿 변환(wavelet transform) 방법을 사용한다. 웨이블릿 변환 과정에서 홍채 영상은 low-pass filter와 high-pass filter를 거치면서 low-low, low-high, high-low, high-high의 4가지의 subimage를 만들게 되고 이 subimage 중 저주파 채널에 대해 웨이블릿 변환을 다시 적용시켜 그 결과에서 특징 벡터를 추출한다. <그림 5>와 같이 원 영상을 2번 웨이블릿 변환했을 때 나오는 영상에서 low-low subimage에서 특징 벡터를 추출해서 사용하게 된다. [6]

특징 벡터는 원 영상에 일정 크기의 Sub Window를 씌워 해당 영역에서의 gray level값의 평균과 표준편차, 혹은 평균값을 사용하여 추출한다.



<그림 5. 웨이블릿 변환 방법에 의한 특징 벡터>

입력된 홍채 영상이 기 등록된 홍채인지 아닌지를 판단하는 패턴 매칭에는 Euclidean Distance를 사용한 최소 거리 패턴 분류 방식을 사용한다. 최소 거리 분류기는 미지의 패턴 X와 각 부류를 대표하는 모델 간의 거리

를 계산하여, 가장 가까운 거리를 갖는 부류에 패턴 X를 배정한다. 여기서 각 부류는 각 사람별 홍채 군집을, 미지의 패턴 X는 인증을 위해 입력된 홍채 데이터를, 대표 모델은 training을 통해 만들어진 각 사람별 홍채 군집의 중심좌표를 의미한다.[7]

4. 실험 결과

본 방법에서 사용한 데이터는 고정 초점 CCD 카메라를 통해 그레이 레벨의 320×240의 해상도로 획득된 111명의 1734개의 데이터이다. 나안 영상 1423개, 안경 착용 영상 160개, 렌즈 착용 영상 151개에 대하여 본 논문에서 제안한 방법으로 실험한 결과 단일 홍채에 대해서는 최고 94.9%의 인식률을 보인 반면 양안 결합된 홍채에 대해서는 최고 96.81%의 성공률을 보였다. 멀티 데이터의 사용에 의해 <그림 3>에 보인 것과 같은 속눈썹에 의한 잡영이 사라져 인식률은 향상되었다. 그러나 양쪽 눈에서 홍채 정보를 가져와야 하므로 전처리에 드는 시간이 단일 홍채에 비해 두 배가 걸렸다. 또한 홍채 추출 영역이 전체 영역의 1/4에 불과하므로 눈의 돌아감에 따른 인식률의 저하가 발생하였다.

특징 추출을 위해 나눈 Sub Window의 크기별 인식률 또한 흥미로운 결과를 보였다. 무조건 작은 크기의 sub window만이 좋은 결과를 보이진 않았다. 표1에서 보듯이 적정 크기의 윈도우와 특징 벡터로 평균과 표준편차 모두 사용한 경우가 좋은 인식률을 보였다.

<표 1. Sub Window 크기와 특징 벡터별 인식률>

단일 홍채		다중 홍채	
데이터 타입	인식률(%)	데이터 타입	인식률(%)
2X4X2	94.9	4X4X2	96.81
4X4X2	94.9	7X2X2	96.81
1X4X2	93.25	7X4X2	96.81
2X8X2	93.25	4X1X2	95.74
1X8X2	92.43	4X2X2	95.74

위 표의 데이터 타입은 Sub Window의 가로길이X세로길이X특징벡터 타입이고 특징 벡터의 타입은 Sub Window의 평균만을 사용한 경우 1, 평균과 표준편차를 사용한 경우는 2이다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 실험에 사용된 Euclidean Distance를 사용한 최소 거리 패턴 분류 방식은 홍채 영상의 gray값을 normalize 시켜 그대로 사용하게 된다. 따라서 동일한 사람에 대해

서도 안경을 쓰지 않았을 때와 안경을 썼을 때를 다르게 분류한다. 전체적인 영상의 gray값이 달라지기 때문이다. 또한 렌즈 착용에 대해서도 같은 결과를 보였다. 그러나 이것은 단일 홍채나 다중 홍채 모두에 대해서 같은 결과를 보였다.

단일 홍채의 가장 큰 문제점이었던 속눈썹에 의한 잡영이 사라졌고 그에 따른 인식률의 향상을 가져올 수 있었다. 반면 눈의 돌아감에 따른 인식률의 저하는 다중 홍채의 경우가 더 심했다. 따라서 템플릿이나 눈꼬리 위치 추적을 통한 눈 돌아감에 따른 위치 보정 기술이 앞으로 필요할 것이다.

또한 오류가 발생한 데이터를 살펴보면 선명하지 못하거나 잡영이 심한 데이터가 대부분이었다. 따라서 전처리 단계에서의 정확한 데이터의 획득 기술 또한 필요하다.

다중 생체 인식 기술은 단일 생체 인식 기술에 비해 월등한 성능 향상을 가져올 수 있었다. 다만 그에 따른 시간의 소요가 컸다. 전체 인식 단계 중에서 가장 시간 소요가 큰 전처리 단계를 두 번 거쳐야 했기 때문이다. 따라서 더 빠른 전처리 알고리즘이 요구된다.

참고 문헌

[1] James L. Wayman: "Fundamentals of Biometric Authentication Technologies." International Journal of Image and Graphics 1(1): 93-113 (2001)

[2] L. Hong, A. Jain and S. Pankanti, "Can Multibiometrics Improve performance?". Proceedings AutoID'99, Summit, NJ, Oct 1999, PP. 59-64.

[3] A. Ross and A. K. Jain, "Information Fusion in Biometrics", to appear in Pattern Recognition Letters, 2003 .

[4] S. Prabhakar and A. K. Jain, "Decision-level Fusion in Fingerprint verification" Pattern Recognition, Vol. 35, No. 4, pp. 861-874, 2002.

[5] L. Xu, A. Krzyzak, and C. Y. Suen., "Method of Combining Multiple Classifiers and Their Applications to Hand Writing Recognition", IEEE Transactions on System, Man, Machine and Cybernetics, vol. 22, no. 3, pp.418-435, 1992

[6] G. Kee., "Iris Recognition System Using Wavelet Packet and Support Vector Machines." Ph. D thesis, Yoinsei University, 2003

[7] J. T. Tou and R. C. Gonzalez, "Pattern Recognition Principles", Addison Wesley, 1974