

효율적인 홍채 영상 평가 방법에 관한 연구

김귀주⁰ 기근도⁺ 이관용* 이일병*
^{0,+}연세대학교 컴퓨터과학·산업시스템공학과
*한국사이버대학교 컴퓨터정보통신학부
(kamang98, kigd, kylee, yblee)@csai.yonsei.ac.kr

A Study on Quality Checking of Iris Images

Kwi-Joo Kim⁰ Gyun-Do Kee⁺ Kwanyoung Lee* Yillbyung Lee⁺
^{0,+}Dept. of Computer Science and Industrial Systems Engineering, Yonsei University
⁺Div. of Computer, Information and Communication, Korea Cyber University

요 약

본 논문에서는 홍채인식 시스템에서의 성능 향상을 위하여, 고정 초점 카메라로부터 획득된 영상을 평가하여 인식과정에서 효과적으로 다루어질 수 있는 영상을 선택하는 방법을 제안한다. 획득된 영상이 여과 없이 사용되는 경우 홍채 인식 시스템의 신뢰도 및 성능 저하의 중요 요인으로 작용됨으로 인식 부적합 영상의 몇 가지 형태를 기준으로 영상 판별과정을 거친 후 인식 과정에 영상을 제공하는 과정이 필수적이다. 본 논문에서 제안한 영상 평가 방법은 실제 홍채 인식 시스템에 적용한 결과 시스템의 신뢰도와 성능을 향상시킬 수 있었다.

1. 서 론

생체인식은 인간의 생리적 또는 행동적인 특징을 기반으로 개인을 식별하는 방법이다[3]. 기존의 보안 방법인 신분증이나 아이디(ID)와 비밀번호만으로는 분실·절도의 위험이 있어 충분한 보안이 될 수 없다. 따라서 최근 각광을 받고 있는 것이 바로 개인의 고유한 생물학적인 특성을 이용한 인증 방법이며 얼굴, 지문, 망막, 홍채, 서명 등이 널리 활용되어 지고 있다.

이러한 생물학적인 특성을 이용한 개인 인증 방법 중에서 홍채는 오랜 시간이 지나도 개인이 가지는 특징의 변화가 없으며, 변별도가 매우 높은 것으로 알려져 있다. 홍채 인식은 카메라를 이용하여 획득된 눈 영상의 홍채 영역의 패턴을 추출하여 그 패턴이 가지는 개인의 고유 특성을 통하여 신분 확인 및 검증에 이용하는 것이다. 홍채 인식의 과정은 카메라를 통한 영상 획득, 획득 영상에서의 홍채 영역 추출, 홍채 영역에서의 특징 추출, 등록 및 검증 단계로 이루어진다[1].

홍채 인식에 있어서 자동으로 획득되어진 영상을 여과 없이 그대로 인식과정에서 사용할 경우, 불필요한 영상을 평가 대상으로 사용하게 되어 전체적인 시스템의 성능 및 신뢰도를 저하시키는 요인이 된다. 이러한 성능 저하를 막기 위해 홍채 인식의 전처리 과정에서 선행되어야 하는 것이 바로 획득된 눈 영상에 대한 품질을 평가하는 것이다.

이는 획득된 영상의 사용 가능 여부를 판단하여 전체 시스템의 성능을 향상시키고자 하는 것이 그 목적이다. 사용 가능한 영상은 획득된 눈 영상에 나타난 홍채 영역이 선명하며 변형이나 잡영에 영향을 받지 않은 영상을 의미한다[그림 1].



그림 1. 적합 영상의 예

2. 제안 방법

홍채 인식시스템에서 인식 실패에 영향을 미치는 대표적인 영상은 다음과 같이 구분할 수 있다.

첫째 눈의 깜박임이 있는 경우[그림 2.(a)], 둘째 홍채 영역에 눈썹이 침범한 경우[그림 2.(b)], 셋째 동공 및 홍채 영역이 영상의 중심에서 바깥쪽으로 많이 이탈되어 홍채 영역을 잘 찾을 수 없는 경우[그림 2.(c)] 등이 인식실패에서 주로 나타나는 사용이 부적절한 영상이 된다.



(a) 눈깜박임



(b) 눈썹 침범



(c) 동공위치의 범위 이탈
그림 2. 부적합 영상의 예

따라서, 본 논문에서는 입력된 영상 품질 평가 기준을 세 가지로 제한한다. 첫째 눈의 깜박임, 둘째 눈썹의 홍채 영역 침범, 마지막으로 동공 위치의 범위 이탈의 경우이다. 첫 번째와 세 번째 기준의 경우 우리가 원하는 홍채 영역이 영상에 나타나지 않아 홍채 영역 추출 자체가 불가능하며, 두 번째 경우는 눈썹이 홍채 영역을 침범함으로써 원래의 홍채 무늬가 아닌 눈썹이라는 잡영에 의하여 개개의 정확한 홍채 무늬의 패턴을 찾아내는 것이 어렵다. 특히 서양인 보다 동양인의 경우가 훨씬 더 홍채 영역의 눈썹 침범이 많기 때문에 이러한 영상평가 과정은 필수적이다. 본 논문에서 제안하는 홍채 영상 품질 평가 시스템은 [그림 3]과 같다.

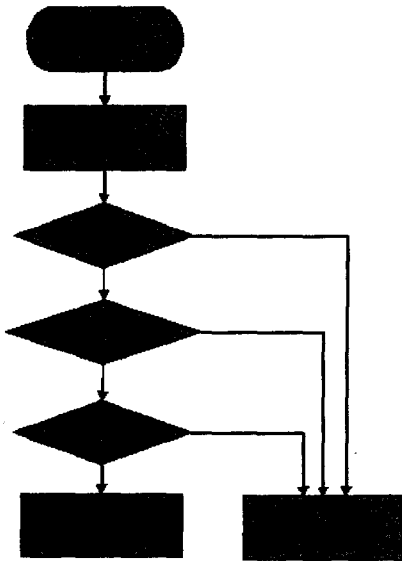


그림 3. 홍채 영상 품질 평가 구성도

2.1 동공 영역 탐색

홍채 영상의 품질을 평가하기 위해서 가장 먼저 선행되어야 할 것은 동공의 영역을 찾는 것이다. 획득된 원 영상의 히스토그램 분포를 살펴보면, 동공 영역은 다른 영역에 비하여 픽셀값이 작고 홍채, 공막, 눈꺼풀을 이루는 영역의 픽셀값 분포와는 구분되는 분포를 가진다. 따라서 획득된 눈 영상에서 동공 영역을 결정하기 위하여 원영상에 대하여 픽셀값의 히스토그램 분포로 동공과 다른 영역이 구분되어지는 그레이 레벨값을 임계값으로 이용하여 이진화를 시킨다. 이진화 영상은 동공 영역 추출

시 눈썹이나 다른 잡영의 영향을 줄이고 획득 영상에 나타난 동공의 크기와 같은 동공을 쉽게 결정지을 수 있다. 이진화된 영상은 눈썹이나 기타 잡영을 줄이기 위하여 Sobel 경계선 검출기를 통하여 수직 성분을 제거하고, 다시 모폴로지 필터링 기법 중에 Dilation 필터와 Erosion 필터를 이용한 Opening 필터로 눈썹과 여러 잡음들을 제거한다[2]. 이렇게 잡음이 제거된 영상을 각각 X축과 Y축으로 투영한 후 동공 영역을 결정한다[그림 5][4].



그림 4. 획득된 원영상

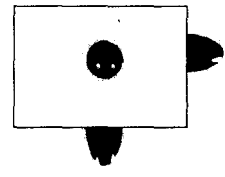


그림 5. 원영상 이진화 및 X, Y축 투영

2.2 눈 깜박임 판단

눈 깜박임 영상은 두 가지의 과정을 통하여 판단한다. 첫번째는 눈꺼풀 영역의 값을 임계값으로 판단한다. 일반적으로 눈꺼풀 영역은 홍채 영역이나 동공 영역에 비하여 밝은 값을 가지고 있다. 그러므로 원 영상에서 눈꺼풀 영역의 픽셀값의 평균(MeanOfLid)을 계산하여 임의의 임계치(T) 이상이던 눈의 깜박임이 존재하는 것으로 판단한다[식 1].

$$MeanOfLid = \frac{\sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N g(i, j)}{M \times N} \quad [식 1]$$

$$MeanOfLid > T$$

$g(i, j)$: (i, j) 에 위치한 픽셀값

M : Width, N : Height

두 번째는 앞의 과정에서 결정되어진 동공의 크기를 기준으로 눈의 깜박임 여부를 판단한다. 대부분 동공의 가로와 세로의 길이비는 1:1에 가깝다. 그러나 눈의 깜박임이 심한 경우 동공 영역의 $\frac{단축}{장축}$ 이 $\frac{2}{3}$ 이하인 경우 사용 불가능 영상으로 판단한다.

2.3 눈썹 침범 확인

홍채 인식에 있어서, 특히 동양인 눈의 경우 가장 큰 문제가 되는 것이 눈썹이 홍채 영역에 침범하는 경우이다. 이를 확인/탐지하기 위해서 동공 영역으로부터 좌/우 일정 영역에 대하여 선 검출 기법을 이용하여 선 성분을 조사한다. [그림 6]은 선 성분 검출을 위해 사용된 마스크로 이것을 이용하여 선 성분을 조사하고 그 선 성분의 끝점이 동공 중심보다 아래쪽에 위치하면 눈썹이 홍채 영역에 침범한 것으로 판단한다[2].

-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2	-1	-1
2	2	2	-1	2	-1	2	2	2	-1	2	-1
-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2

수직 +45° 수평 -45°

그림 6. Line Mask

2.4 동공 위치의 범위 이탈

눈의 깜박임과 눈썹의 홍채 영역 침범이 발견되지 않았다면 마지막 단계로는 홍채 영역이 일정 범위 내에 존재하는지 확인한다. 결정되어진 동공의 중심과 그 영역이 전체 영상에서 어느 위치에 존재하는지 판단하여 홍채 영역에 영상의 신뢰성 여부를 판단할 수 있다. [그림 7]은 동공 위치의 범위 이탈의 예로써, 동공 위치의 범위가 이탈된 영상의 대부분의 경우 동공 중심 위치가 영상의 가장자리로 치우쳐 홍채 영역을 획득할 수가 없다. 따라서 동공 중심의 위치가 [그림 7]에 나타난 사각 영역 밖에 존재하면 동공 위치가 홍채 영역을 영상에 나타낼 수 없는 위치에 존재하는 것으로 판단하고 부적합 영상으로 판단한다.

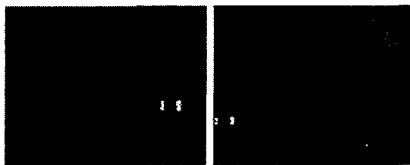


그림 7. 동공 위치 범위 이탈의 예

3. 실험 및 결과

본 방법은 PentiumIV, Windows 2000 환경에서 Visual C++ 6.0으로 구현하였다. 사용 데이터는 고정 초점 CCD 카메라를 통해 그레이 레벨의 320×240의 해상도로 획득된 111명의 1674개의 데이터를 사용하였다. 나안 영상 1403개, 안경 착용 영상 160개, 렌즈 착용 영상 131개에 대하여 본 논문에서 제안한 방법으로 실험한 결과 96%의 성공률을 보였다.

영상 평가 과정에서 발생한 오류는 사용 가능한 영상임에도 불구하고 사용 불가능 영상으로 판단하는 경우(오류 1), 사용 불가능 영상을 사용 가능 영상으로 판단하는 경우(오류 2)이다. 전체 실패율에서 오류 1은 1.83%, 오류 2는 18.49%의 결과를 나타내었다. 전체 데이터에 관한 사용 가능, 불가능 영상 판단에 관한 결과 분석은 [표 1]과 같다.

구분	오류 1	오류 2
실패율	1.83%	18.49%

[표 1] 영상 평가 결과 분석

오류 2의 경우 오류 1에 비하여 높은 오류율을 보여주고 있었는데, 오류 2의 주요 요인은 다음과 같은 몇 가

지 경우로 분석되어졌다. 첫째 처리된 영상 중 안경을 착용한 영상으로 안경 렌즈의 상태가 좋지 않아 렌즈 자체에 잡영이 심한 경우, 둘째 안경 렌즈에 카메라 조명의 LED 패턴이 홍채 영역에 맺히는 경우, 셋째 사용자가 눈 영상 획득시의 카메라와 얼굴 사이의 각도가 개개 인마다 모두 동일하지 않아 카메라 렌즈가 안경에 반사되는 각도가 달라져 영상의 하이라이트 부분이 조금씩 달라져 전체 영상이 밝아지거나 어두워지는 경우가 발견되었다. 이중 획득 영상의 밝기가 어두워진 경우 눈썹을 나타내는 그레이 레벨의 값이 주변의 홍채 영역과의 명암차이가 뚜렷하지 않아 정확한 눈썹 검출이 정확하게 이루어지지 못 했다. 또한 안경에 조명 LED 패턴이 맺히는 경우 눈썹이 홍채 영역을 침범함에도 불구하고 눈썹보다 높은 그레이 레벨을 가지는 LED 패턴에 의해 눈썹의 끝을 확인 할 수가 없어 오류 1에 비하여 오류 2의 경우 오류율이 높게 나타났다.

4. 결론

본 논문에서는 홍채 인식을 위한 선행 단계로써 획득된 원영상에 대하여 적합/부적합 영상을 판단하는 방법을 제안하였다. 획득된 홍채 영상에 대하여 신뢰도를 저하시키는 눈 깜박임, 눈썹 침범, 동공 위치의 범위 이탈 등에 대하여 간결한 방법으로 영상을 판별하였다. 실험 결과 높은 신뢰도의 성공률을 얻을 수 있었으며 홍채 인식 시스템에 효과적으로 적용될 수 있음을 볼 수 있다.

향후 계획으로는 안경을 착용한 데이터 중 렌즈에 따라 조명이 영상에 반사되는 경우와 영상의 명암 차이로 인한 다양한 환경에서 획득된 영상에 적용할 계획이다.

5. 참고문헌

[1] Daugman J. "High-Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 15(11), pp.1148-1161, 1993

[2] Rafeal C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd Ed., Prentice Hall, 2001

[3] R. Clarke, "Human Identification in Information Systems : Management challenges and public policy issues", *Information Technology & People*, 7(4), pp.6-37, 1994

[4] 고현주, 이상원, 전명근, "개인확인 및 인증 알고리즘을 위한 홍채 패턴인식", *정보처리학회논문지*, 8C(5), pp.499-506, 2001

[5] 이현주, "A Real-time Image Quality Evaluation Method for Iris Recognition System", 연세대학교 대학원 컴퓨터과학산업시스템공학과 석사학위논문, 2002