



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0040593
(43) 공개일자 2020년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01) G06F 21/32 (2013.01)
(52) CPC특허분류
G06K 9/00604 (2013.01)
G06F 21/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0120713
(22) 출원일자 2018년10월10일
심사청구일자 2018년10월10일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
정익래
서울특별시 광진구 아차산로 69길 19, 904동 2205호 (광장동, 현대아파트)
정재열
서울특별시 성북구 안암로9가길 55, 304호
유지선
충청남도 천안시 동남구 성남면 석곡3길 9-20, 101동 801호
(74) 대리인
김홍석

전체 청구항 수 : 총 8 항

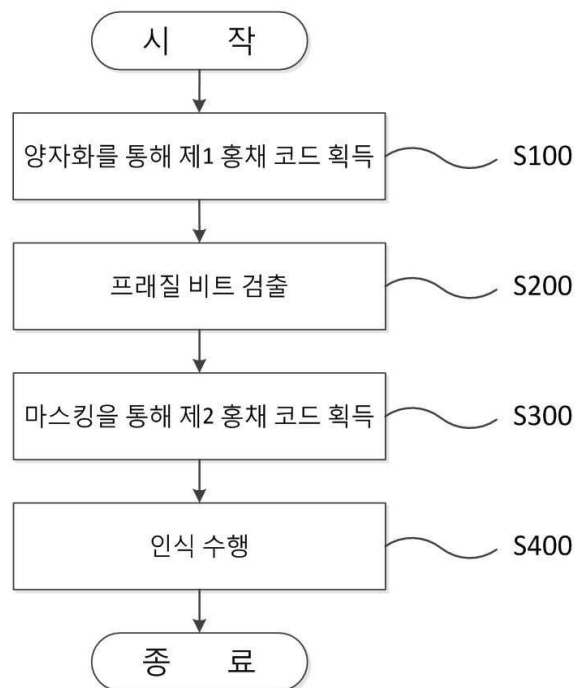
(54) 발명의 명칭 분할 프래질 비트를 활용한 홍채인식 장치 및 방법

(57) 요약

홍채인식 방법이 개시된다. 상기 홍채인식 방법은 홍채인식 장치에 의해 수행되며, 사용자에게 대한 복수개의 홍채 이미지들을 입력받는 단계, 상기 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들을 양자화하여 이진화된 제1 홍채 코드(iris code)를 획득하는 단계, 상기 제1 홍채 코드로부터 기 설정된 임계값에 따라 프래질 비트(fragile bit) - 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트 - 를 검출하는 단계, 상기 제1 홍채 코드로부터 검출된 상기 프래질 비트를 마스킹(masking)하여 제2 홍채 코드를 획득하는 단계, 및 상기 제2 홍채 코드와 기 저장된 등록 홍채 코드를 비교하여 상기 사용자에게 대한 인식을 수행하는 단계를 포함하고, 상기 기 설정된 임계값은 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트의 비율인 프래질리티(fragility)에 대하여 설정되는 값이고, 상기 제1 홍채 코드가 적어도 하나 이상의 행 경계(row boundary)를 기준으로 분할된 제1 영역들 또는 적어도 하나 이상의 열 경계(column boundary)를 기준으로 분할된 제2 영역들 각각에 대하여 달리 설정된다.

(52) CPC특허분류

G06K 9/0061 (2013.01)

G06K 9/00617 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20150009360041001

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 SW중심대학지원사업

연구과제명 SW중심대학지원사업

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

홍채인식 장치에 의해 수행되는 홍채인식 방법에 있어서,

사용자에 대한 복수개의 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들을 양자화하여 이진화된 제1 홍채 코드(iris code)를 획득하는 단계;

상기 제1 홍채 코드로부터 기 설정된 임계값에 따라 프래질 비트(fragile bit) - 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트 - 를 검출하는 단계;

상기 제1 홍채 코드로부터 검출된 상기 프래질 비트를 마스킹(masking)하여 제2 홍채 코드를 획득하는 단계; 및
상기 제2 홍채 코드와 기 저장된 등록 홍채 코드를 비교하여 상기 사용자에게 대한 인식을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 기 설정된 임계값은 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트의 비율인 프래질리티(fragility)에 대하여 설정되는 값이고, 상기 제1 홍채 코드가 적어도 하나 이상의 행 경계(row boundary)를 기준으로 분할된 제1 영역들 또는 적어도 하나 이상의 열 경계(column boundary)를 기준으로 분할된 제2 영역들 각각에 대하여 달리 설정되는 홍채인식 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 영역들에 대하여 설정되는 임계값은 상기 적어도 하나 이상의 행 경계에 의하여 분할된 제1 영역들 중에서 홍채와 가장 가까운 영역인 중간 영역(inner band)에 대하여 가장 낮게 설정되고, 상기 중간 영역의 바깥쪽 영역(outer band)에 대하여 가장 높게 설정되는 홍채인식 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 영역들에 대하여 설정되는 임계값은 상기 적어도 하나 이상의 열 경계에 의하여 분할된 제2 영역들 중에서 노이즈에 해당하는 비트 수가 적은 영역보다 많은 영역에 대하여 더 크게 설정되는 홍채인식 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 홍채 코드를 획득하는 단계 이전에, 상기 홍채 이미지들을 정규화(normalization)하는 단계를 더 포함하는 홍채인식 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 홍채 코드를 획득하는 단계는

가버 필터(Garbor Filter)를 이용하여 상기 픽셀들의 픽셀 값들에 대한 필터 응답을 획득하는 단계; 및
상기 필터 응답을 이진화하여 이진화된 상기 제1 홍채 코드를 획득하는 단계를 포함하는 홍채인식 방법.

청구항 6

사용자에 대한 복수개의 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들을 양자화하여 이진화된 제1 홍채 코드(iris code)를 획득하는 홍채 코드 획득부;

상기 제1 홍채 코드로부터 기 설정된 임계값에 따라 프래질 비트(fragile bit) - 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트 - 를 검출하는 프래질 비트 검출부;

상기 제1 홍채 코드로부터 검출된 상기 프래질 비트를 마스킹(masking)하여 제2 홍채 코드를 획득하는 마스킹부; 및

상기 제2 홍채 코드와 기 저장된 등록 홍채 코드를 비교하여 상기 사용자에 대한 인식을 수행하는 인식부를 포함하고,

상기 기 설정된 임계값은 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트의 비율인 프래질리티(fragility)에 대하여 설정되는 값이고, 상기 제1 홍채 코드가 적어도 하나 이상의 행 경계(row boundary)를 기준으로 분할된 제1 영역들 또는 적어도 하나 이상의 열 경계(column boundary)를 기준으로 분할된 제2 영역들 각각에 대하여 달리 설정되는 홍채인식 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 영역들에 대하여 설정되는 임계값은 상기 적어도 하나 이상의 행 경계에 의하여 분할된 제1 영역들 중에서 홍채와 가장 가까운 영역인 중간 영역(inner band)에 대하여 가장 낮게 설정되고, 상기 중간 영역의 바깥쪽 영역(outer band)에 대하여 가장 높게 설정되고,

상기 제2 영역들에 대하여 설정되는 임계값은 상기 적어도 하나 이상의 열 경계에 의하여 분할된 제2 영역들 중에서 노이즈에 해당하는 비트 수가 적은 영역보다 많은 영역에 대하여 더 크게 설정되는 홍채인식 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 등록 홍채 코드가 저장되는 저장부를 더 포함하는 홍채인식 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 홍채인식 장치 및 방법에 대한 것으로서, 보다 구체적으로 홍채인식 환경에서 홍채 코드의 분할 프래질 비트를 활용하여 인증 정확도를 향상시킬 수 있는 홍채인식 장치 및 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 홍채인식 기술은 홍채가 갖는 특징을 이용하는 생체인식 기술로서, 개인을 판단할 수 있는 특징점을 추출하여 비트(bit)의 집합인 홍채 코드(iris code)로 변환하고 변환된 홍채 코드를 다른 사람의 것과 비교하면서 사용자를 판단하는 기술이다. 홍채로 개인을 판단하는 단계는 일반적으로 입력 영상이나 이미지에서 홍채영역을 추출

하는 홍채영역 추출(Segmentation) 단계, 추출한 홍채의 이미지를 일정한 크기의 직사각형으로 바꾸고 특징점을 추출(Normalization)하는 단계, 홍채의 특징점을 이용하여 개인을 구분할 수 있는 0과 1로 구성된 홍채 코드를 생성(Encoding)하는 단계, 데이터베이스에 등록된 기존의 데이터와 비교하여 정당한 사용자인지 판단(Matching)하는 단계로 나뉜다. 즉, 영상이나 이미지에서 홍채를 분리하고 분리한 원형의 홍채를 직사각형의 형태로 만들어 가버 필터(Garbor Filter)나 2D 가우시안 필터(Gaussian Filter) 등과 같이 특징점을 추출하는 다양한 필터를 적용하여 홍채가 갖는 고유의 특징을 뽑아낸다. 그리고 이 특징점을 코드로 변환하는 과정을 거쳐 등록된 코드와 판단할 코드의 해밍 거리(Hamming Distance)를 비교하여 정당한 사용자가 맞는지 판단하는 인식 단계를 갖는다.

[0003] 프래질 비트(fragile bit)란 같은 홍채에 대한 여러 장의 이미지에서 홍채를 추출하여 홍채 코드를 생성할 때, 빛 반사나 눈꺼풀에 의한 가림 등에 의해 일부분이 다르게 나타나는 비트를 의미한다. 홍채 코드 내에 대부분의 비트가 0(혹은 1)이지만 일부 비트가 1(혹은 0)인 경우, 전체 홍채 코드 내에서 일부 비트의 비중을 프래질리티(fragility)라 하고, 이 비트들을 프래질 비트라 한다.

[0004] 비특허문헌 1에서는 이러한 프래질 속성이 다양한 환경에서 검출됨을 보였으며, 프래질 비트를 검출하고 이를 가림으로써 홍채 인증 정확도를 높이는 기술을 제안하였다. 하지만, 일반적으로 프래질 비트를 검출하는 방법은 전체 홍채 코드에 동일한 임계값을 적용하기 때문에 빛 반사 등에 영향을 받은 홍채의 부분에도 동일하게 적용되어 홍채인식 정확도에 영향을 미칠 수 있다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제1164769호

비특허문헌

[0006] (비특허문헌 0001) Hollingsworth, Karen P., Kevin W. Bowyer, and Patrick J. Flynn, "The best bits in an iris code", IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE,, VOL.31, NO.6, JUNE 2009

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 홍채 코드를 행과 열로 나누어 다른 임계값을 적용하여 홍채 내에서 사용자를 판단하는 고유한 부분에 대해서는 높은 가중치를 두고, 빛 반사, 눈꺼풀이나 속눈썹 등에 의하여 가림이 자주 발생하는 부분에 대하여는 낮은 가중치를 두어 홍채 인식 인증률을 향상시키는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인식 장치에 의해 수행되는 홍채인식 방법에 있어서, 사용자에게 대한 복수개의 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들을 양자화하여 이진화된 제1 홍채 코드(iris code)를 획득하는 단계, 상기 제1 홍채 코드로부터 기 설정된 임계값에 따라 프래질 비트(fragile bit) - 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트 - 를 검출하는 단계, 상기 제1 홍채 코드로부터 검출된 상기 프래질 비트를 마스킹(masking)하여 제2 홍채 코드를 획득하는 단계, 및 상기 제2 홍채 코드와 기 저장된 등록 홍채 코드를 비교하여 상기 사용자에게 대한 인식을 수행하는 단계를 포함하고, 상기 기 설정된 임계값은 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트의 비율인 프래질리티(fragility)에 대하여 설정되는 값이고, 상기 제1 홍채 코드가 적어도 하나 이상의 행 경계(row boundary)를 기준으로 분할된 제1 영역들 또는 적어도 하나 이상의 열 경계(column boundary)를 기준으로 분할된 제2 영역들 각각에 대하여 달리 설정될 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인식 장치는 사용자에게 대한 복수개의 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들을 양자화하여 이진화된 제1 홍채 코드(iris code)를 획득하는 홍채 코드 획득부, 상기 제1 홍채 코드로부터 기 설정된 임계값에 따라 프래질 비트(fragile bit) - 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트 - 를 검출하는 프래질 비트 검출부, 상기 제1 홍채 코드로부터 검출된 상기 프래질 비트를 마스킹(masking)하여 제2 홍채 코드를 획득하는 마스킹부, 및 상기 제2 홍채 코드와 기 저장된 등록 홍채 코드를 비교하여 상기 사용자에게 대한 인식을 수행하는 인식부를 포함하고, 상기 기 설정된 임계값은 상기 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트의 비율인 프래질리티(fragility)에 대하여 설정되는 값이고, 상기 제1 홍채 코드가 적어도 하나 이상의 행 경계(row boundary)를 기준으로 분할된 제1 영역들 또는 적어도 하나 이상의 열 경계(column boundary)를 기준으로 분할된 제2 영역들 각각에 대하여 달리 설정될 수 있다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일 실시 예에 따르면 분할 프래질 비트를 활용하여 홍채가 일치하는 사용자의 평균 해밍 거리(Hamming distance)와 불일치하는 사용자의 평균 해밍 거리의 분산도를 높여 확실하게 분류할 수 있다.

[0011] 또한, 기존의 프래질 비트 기법보다 더 정확한 홍채 인식 인증률을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 프래질리티(fragility)에 따른 프래질 비트(fragil bit)의 일 예를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인식 장치의 블록도이다.

도 3은 홍채 이미지와 변환된 홍채 코드를 도시한 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인증 방법의 순서도이다.

도 5a는 모든 영역에 동일한 임계값을 적용한 홍채 코드를 도시한 것이다.

도 5b는 행 분할 기법에 따라 영역별로 임계값을 달리 적용한 홍채 코드를 도시한 것이다.

도 6은 분할된 영역들에 대한 프래질 비트의 비율을 나타낸 그래프이다.

도 7a는 각 열에 따라 노이즈에 해당하는 비트의 양을 나타낸 그래프이다.

도 7b는 열 분할 기법에 따라 영역별로 임계값을 달리 적용한 홍채 코드를 도시한 것이다.

도 8은 임계값 설정에 따른 분리성(separability), FAR(False Acceptance Rate) 및 FRR(False Rejection Rate)을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0014] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0015] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0016] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있

다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

- [0017] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0020] 본 발명은 홍채인식 장치 및 방법에 관한 것이다. 이하 본 발명의 설명에 앞서 본 발명과 관련된 용어를 정의하기로 한다
- [0021] 본 명세서에서 사용되는 프래질 비트(fragile bit)란 같은 피사체의 홍채에 대한 여러 장의 이미지에서 홍채를 추출하여 홍채 코드를 생성할 때, 빛 반사나 눈꺼풀에 의한 가림 등에 의해 일부분이 다르게 나타나는 비트를 의미한다. 예를 들어, 홍채 코드 내에 대부분의 비트가 0(혹은 1)이지만 일부 비트가 1(혹은 0)인 경우 이러한 비트들을 프래질 비트라 하며, 전체 홍채 코드 내에서 일부 비트의 비중을 프래질리티(fragility)라고 한다.
- [0022] 비트는 0과 1로 나타낼 수 있지만 프래질 속성은 0과 1을 구분하지 않기 때문에 프래질리티는 0 내지 50%까지 나타낼 수 있으며, 프래질리티에 대한 임계값 설정을 통하여 홍채 코드에 나타나는 프래질 비트의 수를 조절할 수 있다. 임계값에 대하여 보다 상세히 설명하면, 프래질 비트가 갖는 특성에 따라 임계값을 크게 설정할수록 더 많은 비트를 프래질하지 않다고 판단하며, 임계값을 낮게 설정할수록 고유한 부분임을 결정짓는 임계값이 더욱 제한적이게 되어 더 많은 프래질 비트가 검출된다. 즉, 비트의 임계값이 높을수록 가중치가 낮은 부분으로써 홍채 인증에 덜 중요한 부분이 되고, 비트의 임계값이 낮을수록 엄격한 프래질 비트가 검출되고 사용자를 판단하는 고유한 정보를 갖는 부분만이 정확히 남기 때문에 높은 가중치가 설정되어 정확한 홍채인식이 가능하다.
- [0023] 여기서, 프래질이란 용어는 비일정(inconsistent)라는 용어로 대체될 수 있으며, 프래질 비트는 플립 비트(flipped bit)라는 용어로 대체될 수도 있다.
- [0025] 도 1은 프래질리티(fragility)에 따른 프래질 비트(fragil bit)의 일 예를 도시한 것이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 검은색 영역은 빛 반사나 눈꺼풀에 의한 가림 등에 의해 일부분이 다르게 나타나는 비트, 즉 프래질 비트에 해당하는 영역이고, 흰색 영역은 대부분의 홍채 이미지에서 일치하는 비트에 해당하는 영역이다.
- [0027] 프래질 비트의 수는 설정된 임계 값에 따라 달리 나타날 수 있다. 도 1의 (a), (b), (c) 순서대로 설정된 임계 값은 각각 30%, 20%, 10%이며, 이에 따라 임계값이 높게 설정되면(30%) 상대적으로 프래질 비트가 덜 검출되고, 임계값이 낮게 설정되면(10%) 상대적으로 프래질 비트가 많이 검출되는 것을 확인할 수 있다.
- [0029] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인식 장치의 블록도이다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인식 장치(10)는 홍채 코드 획득부(100), 프래질 비트 검출부(200), 마스크부(300) 및 인식부(400)를 포함한다.
- [0031] 홍채 코드 획득부(100)는 사용자에게 대한 복수개의 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들을 양자화하여 이진화된 제1 홍채 코드(iris code)를 획득한다. 여기서, 사용자란 센서나 촬상장치가 홍채 이미지를 획득하는 대상인 피사체이다.
- [0032] 홍채 이미지는 사용자의 홍채에 대하여 센서나 촬상장치 등에 의해 촬영 및 수집된 눈 이미지로부터 추출

(segmentation)되는 이미지로서, 홍채 인증을 위하여 여러번의 촬영을 통해 얻은 복수개의 눈 이미지들로부터 복수개의 홍채 이미지들이 추출될 수 있다. 이러한 홍채 이미지는 촬영을 통해 얻은 복수개의 눈 이미지들로부터 다양한 경계 검출 알고리즘에 의해 동공과 공막 사이에 위치하는 환형의 홍채 이미지가 추출될 수 있다.

- [0033] 눈 이미지로부터 추출된 환형의 홍채 이미지는 정규화(nomalization) 단계를 거쳐 소정 크기를 갖는 직사각형의 형태로 변환될 수 있다. 여기서, 정규화란 극좌표로 표현되는 환형의 홍채 이미지를 직교 좌표계로 표현되는 직사각형의 홍채 이미지로 변환하는 것을 의미할 수 있다.
- [0034] 상술한 홍채 이미지에 대하여, 홍채 코드 획득부(100)는 복수개의 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들을 양자화하여 이진화된 제1 홍채 코드를 획득한다. 양자화는 각 홍채 이미지들에 포함되어 연속적인 값을 갖는 픽셀값들을 불연속적인 값을 갖도록 변환하는 것을 의미한다.
- [0035] 홍채 이미지와 변환된 홍채 코드를 도시한 도 3을 참조하면, 경계 검출 알고리즘에 의해 환형의 홍채 이미지가 추출되고, 추출된 환형의 홍채 이미지에 대하여 양자화를 통하여 홍채 이미지에 포함된 각 픽셀들은 이진화된 비트 형태로 표현된다. 이때, 각 비트는 0 또는 1의 값을 갖는다. 즉, 제1 홍채 코드는 이진화된 비트 형태로 표현된 픽셀값들의 집합이다.
- [0036] 프래질 비트 검출부(200)는 홍채 코드 획득부(100)로부터 획득한 제1 홍채 코드로부터 기 설정된 임계값에 따라 프래질 비트를 검출한다. 프래질 비트는 상술한 바와 같이 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트를 의미한다.
- [0037] 프래질 비트를 검출하기 위하여 설정된 임계값은 제1 홍채 코드에서 각 비트 단위를 기준으로 상기 홍채 이미지들 각각에 대한 양자화 결과에 따른 비트 값이 일정하지 않은 비트의 비율인 프래질리티에 대하여 설정되는 값이다.
- [0038] 동일한 피사체에 대하여 복수개의 홍채 이미지들에 대한 양자화를 통해 홍채 이미지 각각에 대한 홍채 코드가 획득되면, 어느 하나의 홍채 코드를 기준으로 나머지 홍채 코드들을 비트 단위로 정렬하였을 때의 특정 비트에 대한 비트 값은 피사체의 움직임이나 주변 환경에 따라 홍채 이미지별로 달라질 것이다. 예를 들어, 주변 환경에 영향을 많이 받지 않는 부분에 대한 비트는 대부분이 0 또는 1의 비트 값을 갖게 될 것이고, 노이즈가 많은 부분에 대한 비트는 홍채 이미지들에 대하여 일관되지 못한 비트 값을 갖게 될 것이다. 전자의 경우에는 프래질 비트로 검출되지 않을 것이며, 후자의 경우에는 설정되는 임계값의 크기에 따라 프래질 비트로 검출될 수도 있고 아닐 수도 있다.
- [0039] 즉, 홍채 이미지들에 대하여 일관되지 못한 비트 값을 갖는 비트를 프래질 비트로서 검출할 것인지 여부는 설정되는 임계값에 따라 다르다. 예를 들어, 임계값을 20% 설정하였을 때 특정 비트가 대부분의 홍채 이미지들에 대하여는 1의 비트 값을 가지나, 20% 이상의 홍채 이미지들에 대하여는 0의 비트 값을 가지는 경우 일관되지 못한 비트 값(0)의 비율이 20% 이상이므로 프래질 비트로서 검출한다. 한편, 일관되지 못한 비트 값의 비율이 20%인 특정 비트에 대하여 임계값을 30%로 설정한다면 프래질 비트로서 검출되지 않는다.
- [0040] 이러한 임계값은 모든 비트들에 대하여 동일하게 적용될 수도 있으나, 이 경우 노이즈가 상대적으로 많은 부분에도 임계값이 동일하게 적용되므로 홍채인식 정확도에 영향을 미친다는 문제가 있다. 따라서, 본 발명의 경우 제1 홍채 코드를 행 경계(row boundary) 또는 열 경계(column boundary)로 분할하고, 분할된 영역별로 임계값을 달리 설정함으로써 인식 정확도를 높일 수 있다. 이에 대한 상세한 설명은 후술하기로 한다.
- [0041] 마스킹부(300)는 제1 홍채 코드로부터 검출된 프래질 비트를 마스킹(masking)하여 제2 홍채 코드를 획득한다. 마스킹은 제1 홍채 코드에서 프래질 비트에 해당하는 비트들만 차단할 수 있는 형태를 갖는 마스크에 의해 수행될 수 있다. 이에 따라, 마스킹에 의하여 차단된 프래질 비트들은 추후에 사용자 인식 단계에서 매칭에 사용되지 않는다. 마스킹에 따라 제1 홍채 코드에서 프래질 비트들이 차단된 제2 홍채 코드를 획득한다.
- [0042] 인식부(400)는 획득한 제2 홍채 코드와 기 저장된 등록 홍채 코드를 비교하여 상기 사용자에게 대한 인식을 수행한다. 등록 홍채 코드는 홍채인식에 앞서 인식에 사용하기 위하여 사용자가 미리 등록한 홍채 코드로서, 별도의 저장부(미도시)에 저장되어 있을 수 있다. 한편, 홍채 코드 간에 매칭은 예를 들면 해밍 거리(Hamming distance)를 이용하여 수행될 수 있다. 제2 홍채 코드와 등록 홍채 코드 간에 각 비트를 비교함으로써 얻어지는 정규화된 해밍 거리를 계산하고, 계산된 해밍 거리 값이 기 설정된 해밍 거리값 보다 작으면 동일한 사용자로 인식한다.

- [0044] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인증 방법의 순서도이다. 이하에서는 앞서 설명한 부분과 중복되는 부분에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0045] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인증 방법은 양자화 단계(S100), 프래질 비트 검출 단계(S200), 마스킹 단계(S300) 및 인식 단계(S400)를 포함한다.
- [0046] S100 단계는 사용자에게 대한 복수개의 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들을 양자화하여 이진화된 제1 홍채 코드를 획득한다. 홍채 이미지들에 포함된 픽셀들에 대한 양자화는 가버 필터(Garbor Filter)를 이용하여 수행될 수 있다. 가버 필터는 방향 선택성과 주파수 선택성을 갖는 필터이다. S100 단계는 홍채 이미지에 포함된 픽셀들을 필터링하여 픽셀 값들에 대한 필터 응답을 획득하고, 획득한 필터 응답을 이진화하여 이진화된 제1 홍채 코드를 획득한다. 이진화는 복소수로 표현되는 필터 응답을 복소수 값의 실수부 및 허수부의 부호에 따른 사분면에 의하여 수행된다. 예를 들어, $Re > 0, Im > 0$ 이면 1사분면에 매핑되므로 비트 값은 11로 양자화되고, $Re > 0, Im < 0$ 이면 2사분면에 매핑되므로 비트 값은 01로 양자화되고, $Re < 0, Im < 0$ 이면 3사분면에 매핑되므로 비트 값은 00으로 양자화되고, $Re < 0, Im > 0$ 이면 4사분면에 매핑되므로 비트 값은 10으로 양자화될 수 있다. 상술한 필터 응답은 가버 필터뿐만 아니라, 2D 가우시안 필터(2D Gaussian Filter)나 푸리에 변환에 기초한 필터 등 다양한 필터들이 사용될 수 있다.
- [0047] 또한, 양자화 단계(S100)에 앞서 홍채 이미지들을 정규화하는 단계를 더 포함할 수도 있다.
- [0048] S200 단계는 S100 단계를 통해 획득한 제1 홍채 코드로부터 기 설정된 임계값에 따라 프래질 비트를 검출한다. 기 설정된 임계값은 상술한 바와 같이 제1 홍채 코드가 적어도 하나 이상의 행 경계를 기준으로 분할된 제1 영역들 또는 적어도 하나 이상의 열 경계를 기준으로 분할된 제2 영역들 각각에 대하여 달리 설정될 수 있다. 이에 대한 상세한 설명은 실시예 1,2에서 후술하기로 한다.
- [0049] S300 단계는 S200 단계를 통해 제1 홍채 코드로부터 검출된 프래질 비트를 마스킹하여 제2 홍채 코드를 획득한다. 제2 홍채 코드는 마스킹에 따라 제1 홍채 코드에서 프래질 비트들이 차단된 홍채 코드이다.
- [0050] S400 단계는 S300 단계를 통해 획득한 제2 홍채 코드와 기 저장된 등록 홍채 코드를 비교하여 사용자에게 대한 인식을 수행한다. 등록 홍채 코드는 인식 수행에 앞서 별도의 홍채 코드 등록 단계를 통하여 수행될 수 있다.
- [0051] 이하에서는 프래질 비트 검출 단계(S200)에 대한 실시예 1,2를 살펴보기로 한다.
- [0053] **실시예 1 : 행 분할 기법**
- [0054] 실시예 1에 따른 행 분할 기법은 제1 홍채 코드가 적어도 하나 이상의 행 경계를 기준으로 분할된 제1 영역들 각각에 대하여 달리 설정된 임계값에 따라 프래질 비트를 검출한다.
- [0056] 도 5a는 모든 영역에 동일한 임계값을 적용한 홍채 코드를 도시한 것이고, 도 5b는 행 분할 기법에 따라 영역별로 임계값을 달리 적용한 홍채 코드를 도시한 것이다.
- [0057] 도 5a, 5b를 참조하면, 제1 홍채 코드를 행 단위로 분할하는 행 경계는 적어도 하나 이상이 사용될 수 있으나, 바람직하게는 홍채를 바깥쪽 영역(outer band), 중간 영역(middle band) 및 안쪽 영역(inner band)으로 분할할 수 있도록 2개가 사용될 수 있다.
- [0058] 홍채 이미지에서 동공과 가장 가까운 영역인 안쪽 영역은 동공의 움직임에 따라 노이즈가 발생할 수 있으며, 공막과 가까운 영역인 바깥쪽 영역은 눈꺼풀이나 속눈썹 등에 의하여 노이즈가 발생할 수 있다. 한편, 안쪽 영역은 빛의 세기에 따른 동공의 크기 변화가 노이즈로 작용하나, 바깥쪽 영역은 홍채의 모양이 정확히 원의 형태를 하고 있지 않을뿐더러 그 경계가 뚜렷하지 않아 경계 추출 과정에서 불필요한 부분까지 추출하게 되어 안쪽 영역보다 상대적으로 노이즈가 더 많다.
- [0059] 분할된 영역들에 대한 프래질 비트의 비율을 나타낸 도 6을 참조하면, 모든 영역에 대하여 동일한 임계값을 설정하였을 때, 안쪽 영역(pupil) 보다 바깥쪽 영역(sclera)에서 프래질 비트가 상대적으로 더 많이 검출되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 중간 영역은 안쪽 영역과 바깥쪽 영역에 비하여 프래질 비트가 덜 검출되므로 홍채가 갖는 고유한 특징을 가장 안정적으로 갖는 영역이라고 할 수 있다.
- [0060] 이에 따라, 행 경계에 따라 분할된 제1 영역들에 대하여 설정되는 임계값은 적어도 하나 이상의 행 경계에 의하

여 분할된 제1 영역들 중에서 홍채와 가장 가까운 영역인 중간 영역에 대하여 가장 낮게 설정되고, 중간 영역의 바깥쪽 영역에 대하여 가장 높게 설정되는 것이 바람직하다.

[0061] 결과적으로 모든 영역에 동일한 임계값을 적용한 도 5a와 달리, 도 5b에서는 영역별로 임계값을 달리 적용하여 안쪽과 바깥쪽 영역에 회색 비트에 해당하는 프래질 비트가 더 많이 검출된 것을 확인할 수 있다.

[0063] 실시예 2: 열 분할 기법

[0064] 실시예 2에 따른 열 분할 기법에 의하면, 열 분할 기법은 제1 홍채 코드가 적어도 하나 이상의 열 경계를 기준으로 분할된 제2 영역들 각각에 대하여 달리 설정된 임계값에 따라 프래질 비트를 검출한다.

[0066] 도 7a는 각 열에 따라 노이즈에 해당하는 비트의 양을 나타낸 그래프이고, 도 7b는 열 분할 기법에 따라 영역별로 임계값을 달리 적용한 홍채 코드를 도시한 것이다.

[0067] 도 7a를 참조하면, 홍채 코드의 각 열(x축)에 따라 노이즈에 해당하는 비트의 양(y축)이 특정 구간(약 30열 내지 100열, 약 150열 내지 210열)에서 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0068] 도 7b를 참조하면, 이러한 노이즈에 해당하는 비트의 양을 고려하여 열 경계는 홍채 이미지에서 통계적으로 노이즈에 해당하는 비트가 나타나는 빈도수가 높은 구간과 낮은 구간을 구분할 수 있는 곳에 위치할 수 있다. 즉, 열 경계는 홍채 이미지에서 속눈썹이나 눈꺼풀과 같은 노이즈가 평균적으로 가장 많이 나타나는 픽셀의 위치에 따라 정해질 수 있다.

[0069] 이에 따라 제2 영역들에 대하여 설정되는 임계값은 적어도 하나 이상의 열 경계에 의하여 분할된 제2 영역들 중에서 노이즈에 해당하는 비트 수가 적은 영역보다 많은 영역에 대하여 더 크게 설정되는 것이 바람직하다. 상술한 바와 같이 노이즈에 해당하는 비트 수를 고려하여 임계값을 설정하게 되면 그렇지 않은 경우보다 눈꺼풀이나 속눈썹 영역에 해당하는 홍채 코드에서 프래질 비트가 더 많이 검출되는 것을 확인할 수 있다.

[0071] 도 8은 임계값 설정에 따른 분리성(separability), FAR(False Acceptance Rate) 및 FRR(False Rejection Rate)을 나타낸 그래프이다.

[0072] 도 8을 참조하면, 모든 비트에 대하여 동일한 임계값을 적용한 경우 분리성(separability)은 약 3.87의 값을 가졌으나, 행 분할 기법과 열 분할 기법에 따라 영역별로 임계값을 달리 설정한 경우 각각 분리성은 약 5.79의 값과 5.36의 값을 가지는 것으로 나타나는 것을 확인할 수 있다. 여기서, 분리성은 인증된 사용자와 인증되지 않은 사용자를 구분할 수 있는 정도를 의미하며, 분리성이 높을수록 인증된 사용자와 그렇지 않은 사용자를 차별화하는 능력이 좋고, 인식 오류가 줄어든다.

[0073] 또한, 다른 홍채를 등록된 홍채로 인식하는 오류를 나타내는 수치인 FAR(False Acceptance Rate)과 등록된 홍채를 인식하지 못해 인증을 거부하는 오류를 나타내는 수치인 FRR(False Rejection Rate)의 교차점인 EER(Equal Error Rate)이 낮을수록 FAR과 FRR도 낮은 값을 갖는데, 행 분할 기법과 열 분할 기법을 적용한 경우가 그렇지 않은 경우에 비하여 더 낮은 EER 값을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0074] 즉, 본 발명의 일 실시 예에 따른 홍채인식 장치 및 방법에 의할 경우 향상된 분리성을 가지고 낮은 인식 오류 값을 가지므로, 보다 정확한 홍채인식이 가능하다.

[0075] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing

element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0076] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

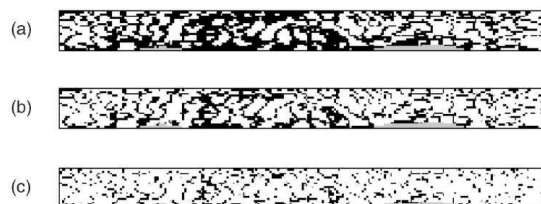
[0077] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0078] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

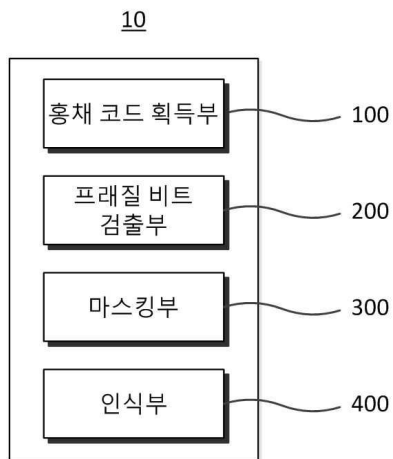
[0079] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

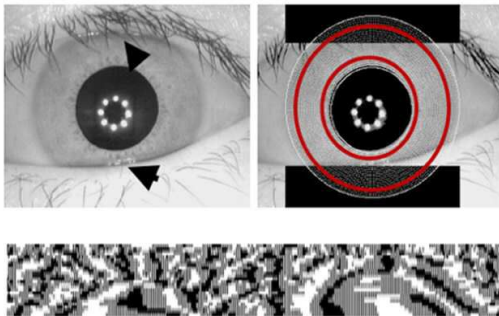
도면1



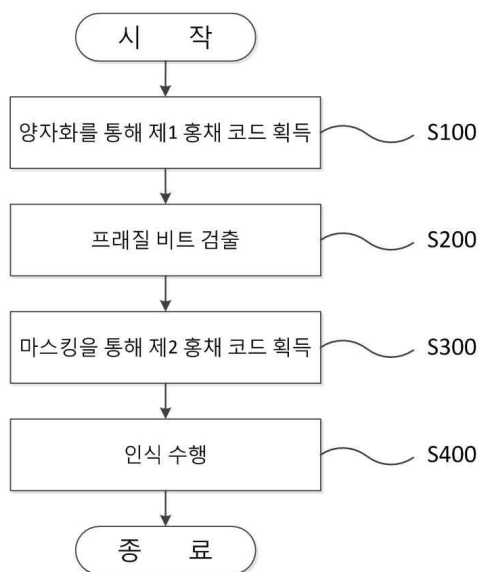
도면2



도면3



도면4



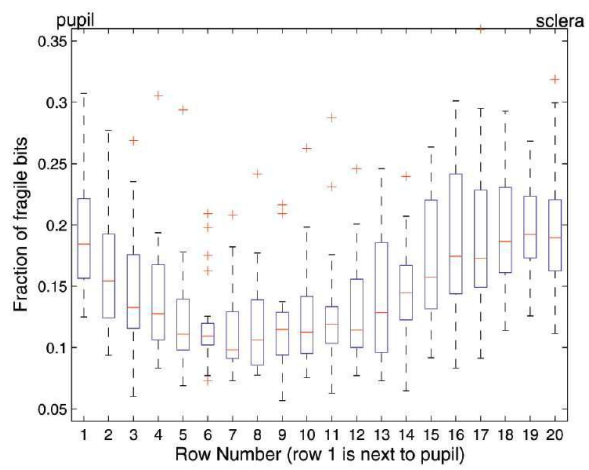
도면5a



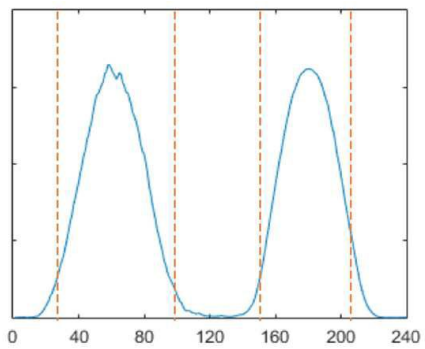
도면5b



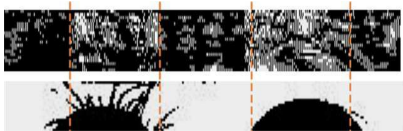
도면6



도면7a



도면7b



도면8

