

눈 깜박임 화소 값 기반의 안면과 홍채영역 영상인식용 모듈설계

Design of Image Recognition Module for Face and Iris Area based on Pixel with Eye Blinking

강 민 구*
Mingoo Kang

요 약

본 논문에서는 홍채정보로 개인인증을 위한 USB-OTG(Universal Serial Bus On-the-go) 영상인식 모듈을 설계한다. 개인인증을 위해 사용자가 스마트폰 버튼을 누를 필요가 없도록 스마트 기기를 안면주위의 여러 장의 안면영상을 획득 후, 눈 깜박임에 의한 화소 값 차로 안면과 홍채영역을 검색하는 영상인식 알고리즘을 제안한다. 본 연구에서는 인접한 눈을 뜬 영상과 눈을 감은 영상을 감지한 안면과 홍채 영상의 프레임 화소 값의 차이를 사용한다. 또한, 홍채 영역분할에 의한 동공과 홍채영역 위치를 빠르게 찾을 수 방법을 활용한다. 제안한 빠른 홍채영역의 위치탐색은 눈 영역의 적절한 그리드 크기에 의해 결정할 수 있다. 안면과 홍채영역의 제한된 영역을 탐색하는 홍채인식 카메라 모듈의 USB-OTG 인터페이스 통한 인접영상의 프레임 차이에 의해 검출할 수 있도록 설계하였다. 이로서 스마트 디바이스 사용자가 홍채 인식을 위해 눈을 깜박이지 않고 대기해야 하는 불편함을 제거함으로써 사용자 편의성을 증대시킬 것으로 기대한다.

☞ 주제어 : 눈 깜박임, 얼굴/홍채 영역인식, USB-OTG 인터페이스, 프레임 화소 차이 값, 카메라모듈

ABSTRACT

In this paper, a USB-OTG (Universal Serial Bus On-the-go) interface module was designed with the iris information for personal identification. The image recognition algorithm which was searching face and iris areas, was proposed with pixel differences from eye blinking after several facial images were captured and then detected without any activities like as pressing the button of smart phone.

The region of pupil and iris could be fast involved with the proper iris area segmentation from the pixel value calculation of frame difference among the images which were detected with two adjacent open-eye and close-eye pictures. This proposed iris recognition could be fast processed with the proper grid size of the eye region, and designed with the frame difference between the adjacent images from the USB-OTG interface with this camera module with the restrict of searching area in face and iris location. As a result, the detection time of iris location can be reduced, and this module can be expected with eliminating the standby time of eye-open.

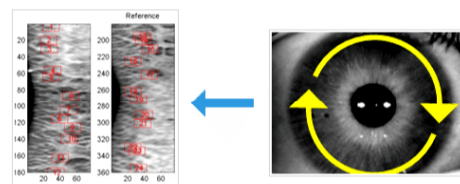
☞ keyword : Eye blinking, Face/Iris area recognition, USB-OTG interface, Frame pixel differential value, Camera module

1. 서 론

최근 공개된 홍채 인식 기술은 스마트 단말기 사용자 인증 확대와 핀테크 활용 등으로 관심이 고조되고 있다. 최근 S사의 홍채영역 인식의 적용으로 인해 홍채영역 인식을 할 경우 위·변조나 복제가 불가능하다는 인식하에 관련 인증기술은 모바일 금융 등 다양한 분야로 생태계를 확대할 것으로 기대되고 있다. 이러한 사람의 눈에서 동공과 공막 사이의 홍채 패턴을 이용하여 사용자를 인증하는 홍채영역 인식은 260여개의 고유한 식별 패턴이 있다. 이때, 다른 사람과 홍채가 같을 확률은 10억분의 1로 40개 정도의 식별 패턴이 있는 지문보다 뛰어난 인증 정확도로

를 활용하고 있다[1].

(그림 1)과 같은 홍채영역의 영상정보를 활용하다. 그러나, 종래의 홍채영역 인식 방식은 스마트 디바이스를 통한 홍채 인식은 사용자의 얼굴, 동공 및 홍채를 인식하고자 사용자의 얼굴, 동공 및 홍채를 인식하는데 카메라가 정면으로 얼굴이 향하고, 영상인식을 위하여 일정시간 소요되는 문제가 있다[2].



(그림 1) 홍채영상 기반의 개인식별 위한 홍채영역 분석
(Fig.1) Analysis of iris area for personal ID

*Dept. of IT Contents, Hanshin Univ., 18101, Korea
[Received 1 November 2016, Reviewed 2 November 2016, Accepted 12 January 2017]

본 논문에서는 스마트 폰과 같은 디바이스가 홍채영역 인식용 카메라 모듈과 연동하는 인터페이스 모듈과 연동형 알고리즘을 제안한다[2,3].

이를 위해서는 얼굴과 동공 및 홍채영역의 획득영상을 전송하는 USB-OTG(Universal Serial Bus On-the-go) 인터페이스를 설계한다. 아울러, 눈 깜박임에 의한 눈을 뜬 영상과 눈을 감은 영상의 화소 값 차이를 활용한 얼굴과 홍채영역의 인식방법을 제안한다.

2. 얼굴과 홍채영역 인식용 카메라모듈 설계

스마트 폰이나 스마트 디바이스 연동형 USB-OTG 인터페이스를 연결해야 한다. 아울러, 홍채영역 인식을 위해서는 안면영상을 판별한 후 홍채 인식 후보 영상선정과 선정된 홍채인식 후보 영상에서 홍채정보를 검출한다. 또한, 검출된 홍채 정보와 스마트 디바이스 기기에 등록된 정보를 비교하여 사용자를 인증하는 알고리즘을 제안한다[2].

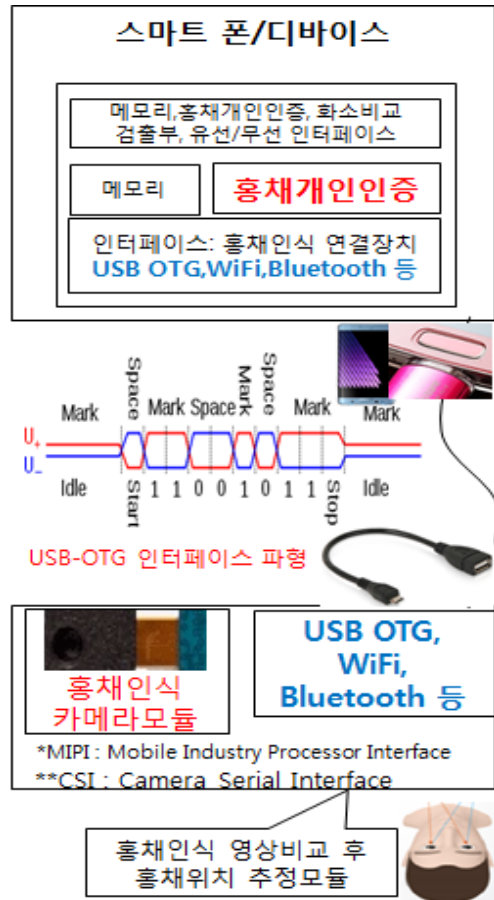
2.1 홍채영역 영상인식용 USB-OTG 연동설계

홍채영역 인식을 통한 사용자 인증을 위한 안면영상에서 홍채영역 인식으로 홍채영역 인식용 카메라가 사용자의 동공을 다수 촬영한다. 이때, 눈꺼풀과 홍채 및 동공을 구분한다. 얼굴영역으로 부터 홍채영역만 구분한 후, 사용자 고유의 영상인식 정보를 디지털 정보로 암호화가 필요하다. 또한, 특화된 암호체계의 홍채용 영상정보 DB는 보안영역 메모리에 저장 후, 사용자를 식별하는 홍채 영상정보와 등록된 홍채 영상정보와 검색을 통해 인증절차를 진행한다[16].

(그림 2)처럼 홍채영역의 영상인식을 통한 개인식별 USB-OTG 인터페이스 연동모듈을 설계한다. 이때, USB 2.0 OTG 표준은 스마트 폰과 스마트 디바이스가 홍채인식 모듈을 연결하게 한다.

USB-OTG 신호는 USB 2.0 규격으로 2개 전선을 차동방식(differential)으로 신호를 전달한다. 데이터를 고속으로 전송하고 잡음으로부터 영향을 적게 받는 특성이 있다. 이러한 유선 케이블 이외의 모듈접속방법과 와이파이 및 블루투스에 의한 무선접속 방법을 제안할 수 있다.

홍채영역 인식용 카메라모듈의 영상신호 표준인 MIPI(Mobile Industry Processor Interface)는 카메라 모듈의 카메라부와 제어부를 연결할 때 사용하는 신호이다. 이러한 MIPI 접속은 스마트 모바일 디바이스를 구성하는 장치



(그림 2) 홍채인증 개인식별용 USB-OTG연동 설계도 (Fig.2) USB-OTG design of ID with iris detect

를 연결하는 고속, 단순화하기 위한 표준 인터페이스 접속방식이다.

2.2 홍채영역 영상인식 알고리즘 선행연구 분석

홍채영역의 영상인식은 안면영역 영상획득과 홍채영역 분할, 홍채영역 정규화, 특징 부호화가 있다. 특징부호화 후 이를 데이터베이스에 저장된 일련의 홍채 부호와의 매칭하는 홍채영역의 영상인식 단계에 대한 분석은 다음과 같다[3]

2.2.1 안면영역의 영상획득 과정과 분석

안면영역의 영상획득은 눈 영역이 포함된 안면 영상을

획득하는 과정이다. 눈과 카메라 사이의 거리는 4-50cm 정도로 적절한 홍채 인식을 위해서는 홍채의 직경이 100-200 화소에 걸쳐 획득한다. 영상을 획득하는 카메라의 종류는 NIR 카메라, 고해상도 카메라, 스마트 폰 카메라 및 단안/양안 등의 다양한 카메라 모듈을 활용한다.

2.2.2 홍채영역의 영상분할 및 눈 깜박임 방식제안

홍채는 동공(pupil)과 공막(sclera) 사이에 존재한다. 눈동자 한가운데 위치한 검은 부분이 동공이다. 홍채영역의 영상분할은 눈에서의 홍채 부분만을 다른 부분과 분리해 내는 과정이다.

이를 위해서는 홍채를 포함하는 부분을 눈에서 특징짓는 전처리 과정이 필요하다. 이러한 전처리 단계를 홍채분리(iris localization) 과정이다.

본 논문에서는 스마트 디바이수가 빠른 홍채영역의 영상인식을 위해서는 새로운 홍채분리 방법으로 ‘눈 깜박임’을 활용하고자 한다.

2.2.3 홍채영역 정규화와 특징 점 부호 및 DB설계

홍채영역의 영상을 구분하는 것만으로는 홍채에 대한 코드를 얻어낼 수 없다. 원 영상의 카테시안 좌표계를 정규화된 극좌표계로 변환한다.

아울러, 각각의 홍채 패턴에 대하여 특징 값을 부여하는 단계로 가우시안 필터, 동적 웨이블릿 변환, 이산여현 변환 및 힐버트 변환 등이 있다.

또한, 홍채의 데이터베이스(DB, database)를 정합한다. 영상정합은 홍채 DB에 저장된 여러 홍채 특징 값에 대하여 비교 및 판단을 수행하기 위한 피라미드 기법, B+트리 등이 있다[4,5].

2.2.4 홍채영역의 영상분할 선행연구 분석

홍채영역의 영상인식을 통한 개인 식별용 USB - OTG 연동모듈을 활용한다. 이러한 홍채영역의 영상인식을 위한 홍채영역의 영상분할 기법은 다음과 같다.

- Coarse to fine strategy and intergo-미분기(differential operator) : 속도 향상을 위해 해상도를 줄인 대략(coarse) 단계에서 홍채영역 분리를 수행하며, intergo-미분기를 사용하여 홍채의 바깥 경계를 원의 형태로 검출한다[6].
- Canny edge detector with Hough transform and Homocentric circle 알고리즘 : 케니에지(canny edge)를

사용하여 눈의 중앙과 홍채의 내부 에지를 찾는 정규선(normal line) 알고리즘을 활용한다. 영역화(localization) 속도를 향상시킬 수 있는 homocentric circle 알고리즘으로는 홍채의 바깥 경계를 검출한다[7].

- 이중분할(Bisection)과 히스토그램 등화: 홍채의 경계를 판단하기 위해 히스토그램 균등화 기법과 영상의 통계적 특성을 이용한다. 이를 이중분할기법으로 적용하였다. 흐린 홍채 영상의 경우, 적용하기 어려운 단점이 있다[8].
- 그래프절단(Graph cuts): 모든 화소는 홍채, 동공, 배경, 그리고 눈썹 중 하나에 속한다는 가정 하에서 홍채는 타원의 형태라는 모델을 사용하여 그래프절단을 수행하였다[9].
- 모멘트/군집(Moments and clustering)알고리즘: 획득 영상내의 작은 영역에 대해 모멘트 기반 텍스처 정보를 에지를 대신하여 사용하는 퍼지 클러스터링을 수행하였다. 잡음이 있는 영상에 대해서도 비슷한 수준의 결과를 보인다[10].
- 수정된 휴 변환(Modified Hough transform): 에지의 방향을 고려하여 휴 변환을 수정한다[11].
- 위상일치분석(Phase congruency analysis): 에지를 검출한 후 검출된 에지 점들에 맞는 타원을 결정한다[12].
- 성상법(Starburst method): 동공영역을 제거 후성상법의 시작점을 설정한다. 전체 화소에서 화소 값이 하위 5%에 해당하는 부분을 검정색으로 나머지 부분은 흰색으로 설정하여 영역을 구분해 나간다[13].
- Two level Hierarchical approach and active contour approach: 능동 외곽선(active contour) 방법의 속도를 향상시키기 위해 5개의 파라미터를 갖는 타원의 형태로 동공 경계를 찾은 후 능동 외곽선법을 적용한다[14].
- Lighter 계산법(computation) 알고리즘: 전체 영상을 사각형 격자 모양으로 구분한 후 각 격자점에 대하여 평균 화소 값을 계산한다. 이렇게 계산한 평균값 중에서 가장 낮은 값을 제공하는 셀을 동공에 대한 초기 위치로 사용한다[15].

2.3 눈 깜박임 영상의 화소값 차 의한 영역인식

현재 상용화된 홍채인식은 스마트 디바이스의 사용자가 눈을 깜빡이지 않고 인식이 완료될 때 까지 대기해야 하는 불편함이 있다.

본 연구에서는 **Lighter computation**의 격자 알고리즘을 활용한다. 스마트 폰이나 스마트 디바이스 사용자가 자연스럽게 눈을 깜박이는 행동특성에 따라 홍채의 영상인식 속도를 높이고자 한다[15].

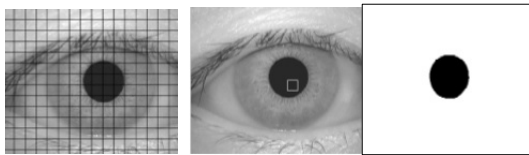
이를 위해서는 스마트 기기의 **USB-OTG** 인터페이스에 연동된 카메라 모듈의 빠른 홍채영역 인식을 위한 홍채영역의 위치결정 방법을 제안한다.

2.3.1 동공과 홍채영역 인식용 영상격자 설계

스마트 기기 사용자가 **USB-OTG** 인터페이스에 연동된 카메라 모듈을 통한 안면영역 주위의 홍채영상을 여러 차례로 자동초점 촬영으로 획득한다.

이때, 획득한 홍채영역의 대다수의 영상은 확률적으로 아래와 같이 눈을 뜬 영상(O, Open)이 많고, 눈을 감은 영상(C, Close)이 소수이다. 이들 영상의 프레임 단위의 화소(pixel) 차이 값을 계산하면 안구영역을 쉽게 찾아낼 수 있다[16,17].

O,O,O,O,O,O,O, C, O,O,O,O, C, O,O,O,O,O,O,O...



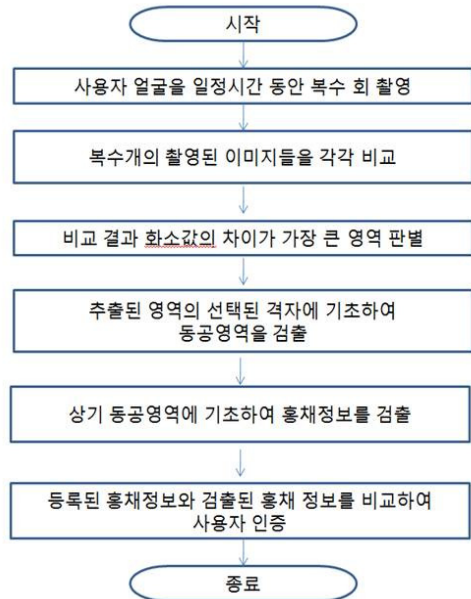
(a)격자 설정 (b) 동공 격자 (c) 동공 영역
(그림 3) 격자설정과 동공영역의 영상인식 분석/설계
(Fig.3) Analysis & design of grid/pupil images

(그림 3)의 (a)는 전체 눈 영상에 대하여 사각형 격자 모양이며, (b)는 초기 동공검출이고, (c)는 모폴로지 후 얻은 동공영역의 영상인식 결과이다.

2.3.2 동공/홍채영역 영상인식용 흐름도 및 결과

본 논문에서는 (그림 4)처럼 눈 깜박임에 의한 홍채영역 영상인식을 위한 흐름도를 제안한다.

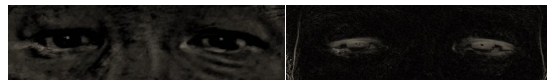
(그림 4)처럼 일정거리 이내로 사용자가 접근 시 카메라를 통하여 안면 주위를 다수로 자동초점 촬영한다. 복수로 촬영한 영상에 대하여 화소 값 비교를 통하여 획득한 영상을 눈을 뜨고 있는 영상과 눈을 감고 있는 영상으로 구분한다. 이때, 눈을 뜨고 있는 영상에 대하여 선택된 격자를 사용하여 동공 영역을 검출하도록 설계한다[16].



(그림 4) 눈 깜박임에 의한 홍채영역 영상인식 흐름도
(Fig.4) Flowchart of iris area image with blink



(a) 1th 눈뜨는 영상 (b) 2nd 눈감은영상 (c) 3rd눈뜨는 영상



(d) 1,3 번째의 차이영상 (e) 2,3 번째의 차이영상



(f) (e)임계값으로 동공영역 검출

(그림 5) 홍채인식 위한 동공영역의 영상검출 결과분석
(Fig.5) Analysis of pupil area for iris detection

이를 적용한 결과는 (그림 5)와 같다. 이렇게 구한 동공영역의 영상정보를 사용하여 홍채정보를 검출하게 된다. 또한, 홍채 정보를 비교하여 인증하는 홍채 인증부분에서 홍채인증부의 인증 결과에 따라 사용자를 인증하도록 설계한다[1].

(그림 5)는 스마트 디바이스를 사용하여 획득한 다수의 동공영상의 연속영상이다. (a)와 (c)처럼 첫 번째 영상과 세 번째 영상은 눈을 뜬 상태에서 획득한 초기영상이다.

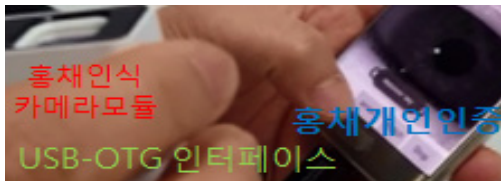
(b)두 번째 영상은 눈을 감고 있는 상태에서 획득한 초기 영상이다. (d)는 눈을 뜨고 있는 영상을 사용하여 그 차이를 구한 결과이다. (e)는 눈을 뜨고 있는 영상과 눈을 감고 있는 영상을 사용하여 그 차이를 구한 영상이다.

(d/e)로부터 그림(f)는 (e)의 임계값을 사용하여 동공영역의 영상을 찾을 격자를 선정한 결과이다. 제안한 방법을 사용할 경우 탐색에 사용하는 사각형 격자의 수를 1/10 정도로 줄일 수 있다[16].

2.4 USB-OTG 연동 기반의 홍채인식 모듈결과

(그림 6)은 홍채영역의 영상을 인식하기 위한 카메라 모듈용 USB-OTG 인터페이스가 스마트 폰과 연동된 사진이다. 사진처럼, 홍채영역을 추정하고, 홍채의 영상정보를 검출한다[16].

홍채영상 획득 후, 스마트 폰과 스마트 디바이스는 메모리 저장장치에 저장된 사용자 홍채 정보를 비교하여 개인 인증한 결과를 출력하도록 설계하였다. 특별히, 개인인증용 홍채영상의 인증부분에서 홍채인증부의 인증 결과에 따라 사용자가 인증하고자 하는 기기의 사용권한 부여 및 인증하도록 설계되었다[1,2,16,18-20].



(그림 6) 홍채인식용 USB-OTG모듈의 홍채영상 화면
(Fig.6) Photo of USB-OTG for iris detection

3. 고찰 및 결론

본 논문에서는 홍채영역의 영상인식용 카메라 모듈의 USB-OTG 인터페이스가 연동한 홍채인식 모듈을 설계하였다. 이러한 홍채인식용 USB-OTG 모듈은 스마트 디바이스 사용자가 버튼을 누르지 않고도, 사용자의 얼굴, 안구 및 홍채 영상을 다수로 촬영함으로써 사전에 등록된 사용자 정보와 비교함으로써 사용자를 인증할 수 있다.

이로서 간단한 홍채인식용 영상모듈은 눈 깜박임의 영상 프레임 간의 화소 값 차이의 비교한다. 또한, 홍채를 검출하는 대상영역을 탐색하는 검색시간을 최소화 과정은 홍채 인식을 위한 시간을 최소화함으로써 사용자 편의성을 기대할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 한신대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] Mingoo Kang et al, "Design of Biometric Information Tracking Scheme for PS-LTE Devices," 2016 KSII conference Vol. 17 No. 2, 2016. 12. 06.
<http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE07069104>
- [2] Mingoo Kang et al, "Iris recognition module and method," Korea patent No.10-2014-0043566, 2014.04. 11. <http://www.kipo.go.kr/>
- [3] T.Rjaesh, M.Kaman et al, "Performance Analysis of Iris Recognition System-A review," International Journal of Computer Science & Information Technology, 39-50, March 2014. ISSN:2274-0764, <http://www.ijcit.com>
- [4] Mhatre A, Chikkerur S, and Govindaraju V,, "Indexing biometric databases using pyramid technique," International Conference on Audio and Video Based Biometric Person Authentication (AVBPA), pp. 841-849, 2005, https://dx.doi.org/10.1007/11527923_88
- [5] Gupta P, Sana A, Mehrotra H, and Jinshong C.H, "An efficient indexing scheme for binary feature based biometric database," Biometric Technology for Human Identification IV, 653909, April 12, 2007.
<https://dx.doi.org/10.1117/12.719237>
- [6] Huang Y, Luo S, and Chen E, "An efficient iris recognition system," 2002 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Vol. 1, pp. 450-454, 2002. <https://dx.doi.org/10.1109/ICMLC.2002.1176794>
- [7] Liu Y, Yuan S, Zhu X, and Cui Q, "A practical iris acquisition system and a fast edges locating algorithm in iris recognition," In 20th IEEE Conference on Instrumentation and Measurement Technology, Vol. 1, pp. 166-168, 2003.
<https://dx.doi.org/10.1109/IMTC.2003.1208145>
- [8] Sung H, Lim J, Park J, and Lee Y, "Iris recognition using collarette boundary localization," International Conference on Pattern Recognition, Vol. 4, pp. 857-860,

- Aug., 2004. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICPR.2004.1333907>
- [9] Pundlik S.J et al, "Non-ideal iris segmentation using graph cuts," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, Jun. 2008. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/CVPRW.2008.4563108>
- [10] Proenca H, and Alexandre L.A, "Iris segmentation methodology for non-cooperative recognition," IEE Proceedings on Vision, Image and Signal Processing, 153(2), pp. 199-205, 2006, <https://dx.doi.org/10.1049/ip-vis:20050213>
- [11] Liu X, Bowyer K.W, and Flynn P.J, "Experiments with an improved iris segmentation algorithm," Fourth IEEE Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies, pp. 118-123, Oct. 2005, <https://dx.doi.org/10.1109/AUTOID.2005.21>
- [12] Pan L, Xie M, Zheng T, and Ren J, "A Robust Iris Localization Model Based on Phase Congruency and Least Trimmed Squares Estimation," Image Analysis and Processing, pp. 682-691, 2009, https://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-04146-4_73
- [13] Ryan W.J, Woodard D.L, Duchowski A.T, and Birchfield S.T., "Adapting Starburst for Elliptical Iris Segmentation", 2008 IEEE Second International Conference on Biometrics: Theory, Applications and Systems, 2008, DOI: 10.1109/BTAS.2008.4699340
- [14] Vatsa M, Singh R and Afzel N, "Improving Iris Recognition Performance Using Segmentation, Quality Enhancement, Match Score Fusion, and Indexingm" IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, pp. 1021-1035, May 2008. <https://dx.doi.org/10.1109/TSMCB.2008.922059>
- [15] Guang Zhu X, ZaiFeng Z, and Ma Y, "Automatic iris segmentation based on local areas," 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06), pp. 505-508, 2006. <https://dx.doi.org/10.1109/ICPR.2006.300>
- [16] Mingoo Kang et al, "Method and system for estimating iris region through inducing eye blinking," Korea patent No. 10-2017-0001531, 2017. 01. 04. <http://www.kipo.go.kr/>
- [17] H. Y. Kim et al, "Realtime pupil detecting method for iris recognition," Korea patent No. 10-0397750, 2003. 08. 29. <http://www.kipo.go.kr/>
- [18] <http://www.ubikey.co.kr>
- [19] <http://www.hso.co.kr>
- [20] <http://octatco.com/>

● 저 자 소 개 ●

강 민 구

1986년 연세대학교 전자공학과(공학사)
 1989년 연세대학교 전자공학과(공학석사)
 1994년 연세대학교 전자공학과(공학박사)
 1985년~1987년 삼성전자 연구원
 2000년~현재 한신대학교 IT콘텐츠학과 교수
 관심분야 : 모바일융합시스템, 정보통신표준, 스마트 디바이스 etc.
 E-mail : kangmg@hs.ac.kr

