

# 그라디언트 방향 벡터의 벡터합을 이용한 홍채 인식

## Iris Recognition Using Vector Summation Of Gradient Orientation Vectors

최창수\*, 유관희\*\*, 전병민\*

충북대학교 컴퓨터공학과\*, 충북대학교 컴퓨터교육과, 정보산업공학과\*\*

Chang-Soo Choi(malming@chungbuk.ac.kr)\*, Kwan-Hee Yoo(khyoo@chungbuk.ac.kr)\*\*,  
Byoung-min Jun(bmjun@cbnu.ac.kr)\*

### 요약

홍채인식은 홍채의 무늬 패턴 정보를 이용하여 동일한 여부를 판별하는 생체인식 기술이다. 최근 들어 홍채정보는 출입통제, 정보보안등의 분야에 많이 활용되고 있다. 이러한 홍채 인식 시스템에 있어 조명의 영향이나 동공의 크기 등으로 인해 발생될 수 있는 홍채 패턴의 변화에 대해 무관한 특징을 추출하는 것은 중요한 과제이다. 본 논문에서는 그라디언트 방향 벡터의 벡터합을 이용한 새로운 홍채 인식 방법을 제안한다. 제안된 방법은 간단한 벡터 연산을 통해 특징 추출 시간을 줄였으며 적은 특징량으로 기존의 방법과 대등한 성능을 보임을 실험을 통하여 확인하였다.

■ 중심어 : | 생체인식 | 홍채 인식 | 그라디언트 방향 | 벡터합 |

### Abstract

Iris recognition is a biometric technology which can identify a person using the iris pattern. Recently, iris information is used in many fields such as access control and information security. It is important for the iris recognition system to extract the feature which is invariant to changes in iris patterns. Those changes can be occurred by the influence of lights, changes in the size of the pupil. In this paper, we propose a novel method based on vector summation of gradient orientation vectors. Experimental results show that the proposed method reduces processing time with simple vector calculation, requires small feature space and has comparable performance to the well-known previous methods.

■ keyword : | Biometrics | Iris Recognition | Gradient Orientation | Vector Summation |

## 1. 서론

사용자를 인식하는 생체인식기술(Biometrics)은 지문, 얼굴, 정맥, 목소리, 홍채 등 사람마다 다른 특징을 인식하여 활용하는 것이다. 최근에 사람의 생체정보를 개인 신분의 확인수단으로 이용하려는 연구가 많이 이

루어지고 있다. 생체정보는 위조, 도난, 분실의 염려가 없기 때문이다. 이중 홍채 인식은 사람마다 고유한 특성을 가진 안구의 홍채정보를 이용하는 것으로 데이터의 신뢰성, 불변성, 인식을 면에서 지문 또는 얼굴인식에 비해 가장 발전한 보안시스템이다. 또한 신체접촉 없이 인식이 가능하다. 홍채는 복잡한 패턴을 가지고

이고 사람이 태어난 지 만 3세가 되기 전에 홍채패턴이 대부분 형성되고 한번 생성된 홍채패턴은 특별한 질병이 없는 한 평생 불변이라는 특징을 가지고 있다. 또한 일관성 쌍둥이도 홍채패턴이 다르며, 같은 사람의 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 패턴도 서로 같지 않다. 홍채의 장점을 이용한 연구는 지금까지 Daugman[1], Wildes[2], Boles[3] 등에 의해 활발한 연구가 수행되어 왔다. 1993년에 영국 캠브리지 대학의 J. Daugman에 의해 2차원 가버(Gabor) 변환을 기반으로 하여 홍채코드를 256바이트로 해밍(Hamming) 부호화한 결과를 특징으로 사용하는 알고리즘으로 제안되어졌으며 현재 상용화된 제품들은 이 알고리즘에 기반을 두고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 Dugman이 제안한 가버(Gabor)변환을 이용한 특징추출 방법은 인식성능 면에서는 우수하지만 특징 추출 속도가 느리다는 단점이 있다. 웨이블릿(Wavelet)변환의 영교차점을 이용한 홍채특징추출 방법[4-9]은 홍채마다 영교차점(zero-crossing)의 개수가 달라 일관성 있는 신호 추출방법이 필요하다는 단점이 있다. 한편 국내에서도 홍채인식에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이중 홍채특징 추출 알고리즘으로 독립성분분석(ICA) 방법을 제안하거나[10] 기존의 직교좌표계가 아닌 극좌표 원형영상방식을 이용한 방법[11], MPEG-7 텍스처 서술자중 균등질감(Homogeneous Texture), 경계 히스토그램(Edge Histogram), 텍스처 브라우징(Texture Browsing) 서술자를 이용하여 홍채 인식에 대한 성능을 비교 분석하는 연구가 진행되어 왔다[12]. 본 논문에서는 그래디언트 방향 벡터의 벡터합(Vector Summation Of Gradient Orientation Vectors)을 이용한 새로운 홍채 특징 추출 알고리즘을 제안한다. 그래디언트의 방향[13]은 조명의 변화에 강인하며 빠른 특징 추출이 가능한 특성 때문에 국부적 그래디언트의 방향을 이용한 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)나 GLOH(Gradient Location Orientation Histogram)와 같은 지역서술자(local descriptor)들이 패턴인식의 다양한 분야에서 사용되어 왔다[14][15]. 그래디언트 방향 벡터의 벡터합은 홍채를 지역적 특징을 반영할 수 있도록 작은 블록으로 분할한 후 각 영역에서 그래디언트 방향 벡터를 구하고

각 블록별로 그래디언트 방향 벡터의 벡터합을 구하여 이를 각 분할 영역에 대한 기술자로 사용하는 방법이다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 그래디언트 방향 벡터의 벡터합을 이용한 특징 추출 방법에 대해 다룬다. 3장에서는 CASIA 데이터베이스에 대한 실험 결과 고찰을 통해 제안하는 방법의 성능을 평가하고 4장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구방향에 대하여 언급한다.

## II. 그래디언트 방향 벡터의 벡터합을 이용한 특징 추출 알고리즘

### 1. 홍채 추출

사용자로부터 얻은 홍채 영상은 홍채 인식을 위해 모든 부분이 필요하지 않기 때문에 홍채 영역만 추출하는 전처리 과정이 필요하다. 전처리 과정은 [그림 1]과 같이 홍채의 중심을 찾는 과정으로부터 시작한다. 홍채의 위치와 무관하게 시스템을 설계하기 위해서는 홍채의 중심 위치를 찾는 것은 중요한 과정이다. 동공과 홍채영역에 대한 검출은 식(1)을 이용한 원형경계 검출방법(Circular Edge Detection)을 통해 수행된다[16-17].

$$\max(x_0, y_0, r) \left| G_0(r) * \frac{\delta}{\delta r} \oint_{x_0, y_0, r} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right| \quad (1)$$

입력영상을  $I(x, y)$ 라고 하면 원형 경계 검출기는 중심과 반지름에 대한 원주의 변화율을 이용하여 원주의 변화값이 최대일 때의 원의 중심과 반지름으로 결정하는 식이다. 그리고  $G_0(r)$ 은 Gaussian smoothing 함수이다. 이 함수를 적용하는 이유는 홍채 영상 내에서 눈썹, 눈꺼풀, 반사광 등의 잡음으로 인해 동공 경계가 아닌 곳에서 변화율이 최대가 되는 것을 제한하기 위함이다.

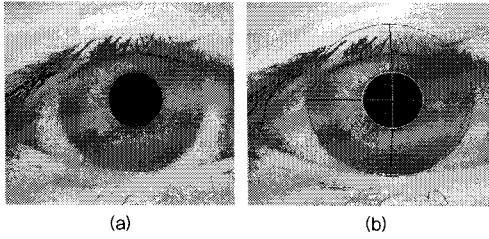


그림 1. (a)원본 영상, (b)동공, 홍채 경계검출

### 2. 홍채 정규화

동공과 홍채의 중심을 찾은 다음 전처리 영상이 일정한 공간으로 정규화 되는 것이 필요하다. 홍채영역은 동공과 공막사이에 존재한다. 따라서 동공경계와 홍채 외부 경계가 검출되면 홍채영역도 분리된다. 분리된 홍채영역은 극좌표 변환을 통하여 일정한 비율로 정규화시킨다. 정규화 과정은 [그림 2]와 같이 주변 환경이나 카메라와 얼굴 사이의 거리에 의해 변하는 홍채영상의 크기와 동공의 변화에 관계없이 항상 같은 영역에서 특징을 추출하기 위함이다. 식(2)~식(4)는 직각좌표계로 얻어진 홍채의 영상을 동공의 중심으로부터 거리  $r$ , 중심각  $\theta$ 로 표현되는 극좌표계로의 변환을 수행하는 식이다.

$$I(x(r,\theta), y(r,\theta)) \rightarrow I(r,\theta) \quad (2)$$

$$x(r,\theta) = (1-r)x_p(\theta) + rx_s(\theta) \quad (3)$$

$$y(r,\theta) = (1-r)y_p(\theta) + ry_s(\theta) \quad (4)$$

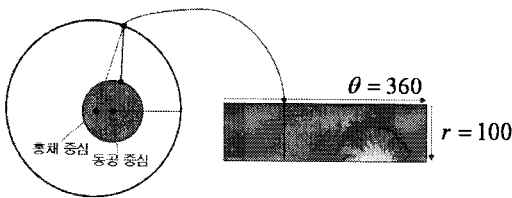


그림 2. 홍채 영상의 정규화

여기서  $I(r,\theta)$ 는 홍채 영역에서  $(r,\theta)$  위치의 픽셀에 대한 그레이 값을 나타내고,  $r$ 과  $\theta$ 는 홍채의 두께와 샘플링 각도를 각각 나타낸다. 또  $(x_p(\theta), y_p(\theta))$ 는 동공과 홍채 경계상에 존재하는 점을 나타내고,

$(x_s(\theta), y_s(\theta))$ 는 홍채와 공막 사이의 경계상에 존재하는 점을 나타낸다. 이때 정규화된 홍채에 대해 직접 그래디언트 방향을 구하면 노이즈에 민감할 수 있기 때문에 [그림 3]과 같이 가우시안 블러(gaussian blur) ( $\sigma=1.5$ )를 적용하여 영상을 부드럽게 한다.



그림 3. 가우시안 블러 영상

또한 눈꺼풀이나 눈썹, 반사로 인한 글린트(glint)의 영향을 최소화하기 위해 정규화된 홍채를 전부 사용하지 않고 제한된 방법의 경우 영역을 분할하여 처리하는 것이 가능하기 때문에 눈꺼풀이나 눈썹으로 가려짐이 빈번히 발생하는 분할 영역은 제외하고 안정적인 비교가 가능한 영역을 사전에 정하여 실험을 수행하였다. 제안 알고리즘에서 사용되는 홍채는 [그림 4]와 같이  $r$ 이 0.05인 위치에서  $\theta$ 가 홍채의 왼쪽인 경우  $135^\circ$ 에서  $225^\circ$ 의 범위에서 추출되었고, 오른쪽인 경우  $+45^\circ$ 에서  $-45^\circ$ 범위에서 추출되었다.

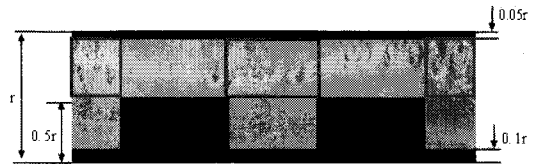


그림 4. 홍채 인식을 위해 사용된 영역

### 3. 제안된 홍채특징 추출 및 인식

가우시안 블러 처리된 영상을  $P(x,y)$ 라고 하면 그 그래디언트  $G(x,y)$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$G(x,y) = \sqrt{(P(x+1,y) - P(x-1,y))^2 + (P(x,y+1) - P(x,y-1))^2} \quad (5)$$

이 때 그래디언트 벡터의 방향  $\theta$ 는 식 (6)과 같다.

$$\theta(x,y) = \tan^{-1} \left( \frac{P(x,y+1) - P(x,y-1)}{P(x+1,y) - P(x-1,y)} \right) \quad (6)$$

$\theta$ 의 범위는  $[0, 2\pi]$ 이며 그래디언트 벡터의 방향은 영상의 밝기와 대비의 변화에 강인한 특성을 지닌다 [18]. [그림 5]는 정규화된 홍채에 대해 각 픽셀에서 구한 그래디언트의 방향을 나타낸 것으로 그래디언트 방향( $0 \sim 2\pi$ )을 HSI 컬러 스페이스의 색상(Hue) ( $0 \sim 360^\circ$ )으로 대응시켜 나타낸 그림이다.



그림 5. 그래디언트 방향 영상

그래디언트 방향은 [그림 5]에서 볼 수 있듯이 지역적인 패턴을 나타내는 특성이 있기 때문에 영상을 분할하여 각 분할 영상의 지역적인 특성을 이용해 개인을 식별하는데 사용할 수 있다. 그래디언트 방향 영상은 가로 C, 세로 R개로 분할하여  $R \times C$ 개의 부영상(sub-image)으로 나눈다. [그림 6]은 부영상으로 분할된 그래디언트 영상과 선택된 부영상의 각 픽셀이 나타내는 방향 벡터와 그 벡터합을 보여준다.

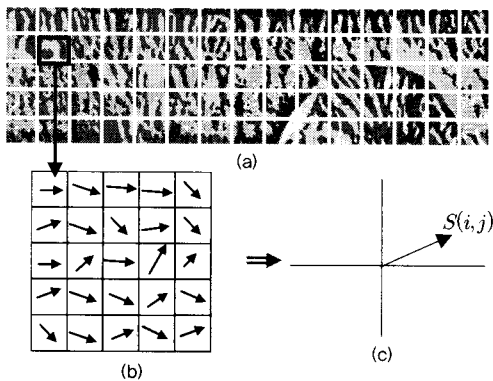


그림 6. (a) 부영상으로 분할된 그래디언트 영상, (b) 그래디언트 방향 벡터의 예, (c) 부영상에 대한 벡터합

여기서 부영상의 벡터합  $S(i,j)$ 는 다음 식(7)과 같이 정의된다.

$$S(i,j) = \sum_y^h \sum_x^w \theta(x,y) \quad i=1,2,\dots,R \quad j=1,2,\dots,C \quad (7)$$

여기서 w, h는 각각 부영상의 가로와 세로 픽셀 수를 의미한다. 각 픽셀이 나타내는 그래디언트 벡터  $\theta(x,y)$ 는 방향만을 나타내는 단위 벡터이고, 합벡터는 방향과 해당 방향으로의 크기 정보도 같이 포함하게 된다.

따라서 정규화된 홍채 영상은 각 부영상을 대표하는  $R \times C$ 개의 대표벡터  $S(i,j)$ 로 표현될 수 있다. 그러므로 입력된 홍채 영상에 대한 특징벡터  $F$ 는 식(8)과 같이 정의된다.

$$F = [S(1,1), S(1,2), \dots, S(R,C)]^T \quad (8)$$

#### 4. 특징벡터간 비교

특징벡터간 비교는 MAD(Mean Absolute Difference)를 이용하여 식(9)와 같이 특징벡터간 유클리디언 거리 d를 구하여 수행된다.

$$d(F_{DB}, F_Q) = \frac{1}{RC} \sum_i^R \sum_j^C |S_{DB}(i,j) - S_Q(i,j)| \quad (9)$$

여기서  $F_{DB}$ 와  $F_Q$ 는 각각 데이터베이스에 저장된 특징값과 입력 영상의 특징값을 의미한다.

### III. 실험 및 결과

#### 1. 성능 평가 방법

제안 알고리즘의 성능 평가를 위한 방법으로 Index d'(d-prime)을 사용하였다. Index d'은 Daugman에 의해 제안된 성능 평가 방법으로 식(10)과 같이 표현된다 [19].

$$d' = \frac{|\mu_A - \mu_I|}{\sqrt{(\sigma_A^2 + \sigma_I^2)/2}} \quad (10)$$

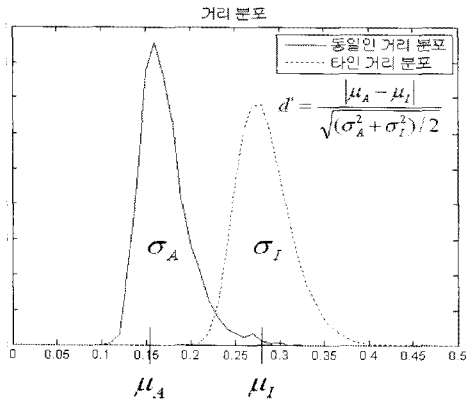


그림 7. 홍채 인식 성능 평가 지표

식(10)에서  $\mu_A$ 와  $\mu_I$ 는 각각 동일인과 타인의 거리 분포의 평균값이며,  $\sigma_A^2$ 과  $\sigma_I^2$ 은 각각의 분산 값이다. Index  $d'$ 값은 [그림 7]과 같이 두 분포의 거리가 멀리 떨어질수록 분산이 작을수록 그 값이 증가하며, 두 시스템 간에 이 값이 더 큰 쪽이 더 우수한 성능을 나타낼 것을 의미한다.

## 2. 실험 방법 및 환경

실험에 사용된 홍채 영상은 CASIA 데이터베이스 [21]를 이용하여 제안한 홍채 특징 추출 알고리즘의 성능 평가를 수행하였다. CASIA 데이터베이스는 320x280 픽셀크기의 해상도를 8비트 그레이 영상이다. CASIA 데이터베이스 내의 홍채 직경은 200 픽셀 이상이고, 전체 대상 중 약 5.2%가 콘택트 렌즈를 착용한 상태에서 취득된 영상으로 총 756장의 영상으로 구성되어 있다. 본 논문에서 제안된 알고리즘에서 성능에 영향을 미치는 여러 요소(parameter)들의 값을 변화시켜 가며 실험을 진행하여 최적의 요소값을 구하였다. 성능에 직접적인 영향을 미치는 요소로는 행 분할 개수, 열 분할 개수 및 분할 영역의 면적 등이 있다.

## 3. 실험 결과

### 3.1 행분할 개수 R에 따른 성능

그래디언트 방향 벡터의 벡터합을 이용한 홍채 특징 추출방법은 부영상별로 1개의 벡터값을 가지고 있다. 부영상은 행(Row)개수와 열(Column)개수의 곱으로 나타낼 수 있다.

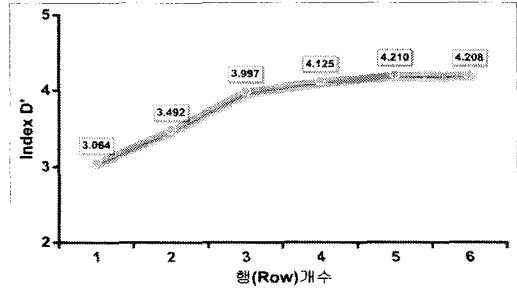


그림 8. 행분할 개수(R)에 따른 성능 비교

[그림 8]은 열 분할 개수 C=30으로 고정했을 때, 행 분할 개수 R에 따른 인식 성능을 나타낸 것이다. 이 결과에서 알 수 있는 것은 우선 R의 개수가 늘어남에 따라 성능은 향상되지만 특정 지점을 넘어서면 성능에 큰 차이가 없다.

### 3.2 열분할 개수 R에 따른 성능

[그림 9]는 행 분할 개수 R=5, 행 높이 H=0.1r로 고정시킨 뒤 열 분할 개수 C에 따른 성능을 보여준다. C의 개수가 증가함에 따라 성능은 점차 개선된다. 이것을 통해 알 수 있는 것은 C의 개수가 증가하면 홍채 무늬의 지역적 특성을 더 잘 반영하여 홍채 간 비교 시 변별력이 높아진다는 것이다.

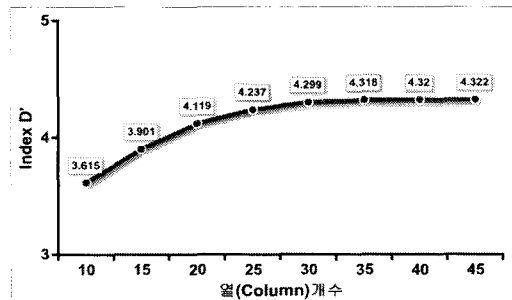


그림 9. 열분할 개수(C)에 따른 성능 비교

3.3 성능 평가

본 논문에서는 앞의 실험 결과를 종합하여 C=35, R=5, H=0.1r을 성능과 특징량의 크기를 고려한 최적의 설정 값으로 결정하고 성능 평가를 수행하였다. 인식을 실험은 CASIA DB에서 108개의 클래스(클래스당 7장)에 대해 3장을 레퍼런스로 사용하고 나머지 4장을 실험 영상으로 사용하였다(레퍼런스 영상과 실험영상은 서로 한달 간격으로 촬영되었다). 문턱치(threshold)에 따른 FAR(False Acceptance Rate : 등록되지 않은 타인을 받아들이는 오류율)과 FRR(False Rejection Rate : 등록된 본인을 거부할 오류율)을 나타내는 Equal Error Rate는 [그림 10]과 같다. FAR과 FRR곡선이 교차하는 지점의 EER은 0.25%이다.

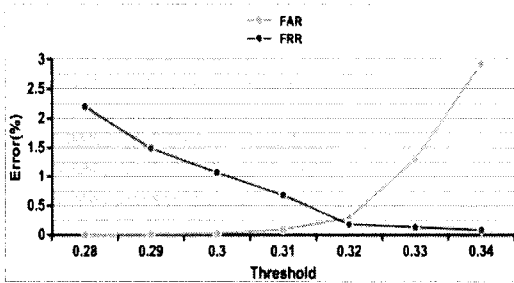


그림 10. EER 곡선

[표 1]은 CASIA DB에 대한 기존의 알고리즘의 인식을 비교한다[20]. 기존의 방법에 비해 성능에서 큰 차이가 없음을 확인할 수 있다.

표 1. CASIA DB에 대한 인식을 비교

특징 추출 방법	인식률
Daugman	99.37%
Boles	92.61%
Li Ma	94.33%
Y. Wang	97.25%
proposed	98.11%

특징 추출 및 특징 비교에 대한 수행 속도에 대한 성능은 Daugman의 방법과 제안된 방법을 C++ (Visual Studio 2005)로 구현하여 비교 측정하였다. 평가가 수

행된 환경은 Pentium4-3.4GHz, 1GB RAM의 컴퓨터에 OS는 윈도XP이다.

표 2. 특징 추출 수행 속도(msec)

특징 추출 방법	특징 추출
Daugman	16.750
proposed	2.520

[표 2]에 나타난 평가 결과에서 알 수 있듯이 제안된 방법은 Daugman 방법에 비해 특징 추출속도가 6.6배 정도 빠른 것으로 나타났다. Daugman의 방법은 Gabor 변환을 이용하기 때문에 입력 영상에 대해 회선(convolution) 연산을 수행하는 반면 제안된 방법은 그라디언트 계산과 벡터합 연산만을 사용하여 빠른 처리 속도를 보인다.

IV. 결론

본 논문에서는 그라디언트 방향의 벡터합을 이용한 새로운 홍채 특징 추출 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 조명의 밝기 변화 및 홍채의 변화에 대해 강인한 특성을 보이며, 복잡한 홍채 무늬의 지역적 특성을 잘 반영하는 특성을 나타내었다. 제안된 특징 추출 및 비교 알고리즘은 필터링과 같이 복잡한 기존의 방법과 달리 간단한 벡터 연산을 통해 빠른 특징 추출을 가능하게 하였고 적은 특징량으로도 기존방식과 대등한 성능을 보임을 확인하였다. 향후 연구과제로, 알고리즘의 신뢰성을 높이기 위해 다양한 환경에서 보다 많은 홍채 데이터틀 이용한 인식 실험이 필요하다.

참고 문헌

[1] J. Daugman, "High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence,

- Vol.15, No.11, pp.1148-1161, 1993.
- [2] R. P. Wildes, "Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology," *Proceedings of the IEEE*, Vol.85, pp.1348-1363, 1997.
- [3] W. W. Boles and B. Boashah, "A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform," *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol.46, pp.1185-1188, 1998.
- [4] W. Kong and D. Zhang, "Accurate iris segmentation based on novel reflection and eyelash detection model," *Proceedings of International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing*, 2001.
- [5] A. Poursaberi and B. N. Araabi, "Iris Recognition for Partially Occluded Images: Methodology and Sensitivity Analysis," *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2007.
- [6] A. Poursaberi and B. N. Araabi, "A Novel Iris Recognition System Using Morphological Edge Detector and Wavelet Phase Features," *GVIP*, No.6, pp.9-15, 2005.
- [7] Y. Chen, S. Dass, and A. Jain, "Localized Iris Image Quality Using 2D Wavelets," *Proceedings of International Conference on Biometrics*, 2006.
- [8] E. Rydgren, T. Ea, F. Amiel, F. Rossant, and A. Amara, "Iris Feature Extraction Using Wavelet Packets," *IEEE International Conference on Image Processing*. Vol.2, pp.861-864, 2004.
- [9] C. Sanchez-Avila, R. Sanchez-Reillo, and D. De Martin-Roche, "Iris-Based Biometric Recognition Using Dyadic Wavelet Transform," *IEEE AESS System Magazines*, Vol.17, No.10, pp.3-6, 2002.
- [10] 배광혁, 김재희, 독립성분분석 방법을 이용한 홍채특징 추출, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 2003.
- [11] 정대식, 박강령, "극 좌표계 원형 홍채영상에서의 특징 검출에 의한 홍채인식 연구", *대한전자공학회 논문지 SP*, 제44권, 제3호, pp.313-325, 2007.
- [12] 추현곤, 김희을, "MPEG-7텍스처 서술자의 홍채 인식에 대한 성능 비교", *한국정보처리학회*, 제11권, 제4호, pp.421-428, 2004.
- [13] T. F. William and R. Michal, "Orientation Histograms for Hand Gesture Recognition," In *International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition*, 1995.
- [14] D. Lowe, "Distinctive image features from scale invariant key points," In *International Journal of Computer Vision*, Vol.60, pp.91-100, 2004.
- [15] K. Mikolajczyk and C. Schmid, "Indexing based on scale invariant interest points," In *Proceedings of International Conference on Computer Vision*, pp.525-531, 2001.
- [16] D. H. Cho, K. R. Park, D. W. Rhee, Y. G. Kim, and J. H. Yang, "Pupil and Iris Localization for Iris Recognition in Mobile Phones," *SNPD 2006*, 2006.
- [17] G. D. John, "Demodulation by Complex-valued Wavelets for Stochastic Pattern Recognition," *International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing*, Vol.1, No.1, pp.1-17, 2003.
- [18] S. Zhenan, W. Yunhong, T. Tieniu, and C. Jiali, "Robust direction estimation of gradient vector field for iris recognition," *17th ICPR*, 2004.
- [19] J. Daugman and G. O. Williams, "A proposed standard for biometric decidability," In *Card TechSecureTech*, pp.223-224, 1996.
- [20] Y. Wang and J. Han, "Iris Recognition Using Independent Component Analysis," *Int. Conf. Machine Learning and Cybernetics*, pp.18-21, 2005.

[21] <http://www.sinobiometrics.com/Databases.htm>

### 저자 소개

최 창 수(Chang-Soo Choi)

정회원

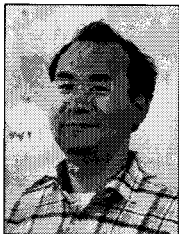


- 1999년 2월 : 한국기술교육대학교  
정보통신공학과(공학사)
- 2004년 2월 : 한국기술교육대학교  
전기전자공학과(공학석사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 충북대학교  
컴퓨터공학과 박사과정

<관심분야> : 생체인식, 영상처리, 컴퓨터비전

유 관 희(Kwan-Hee Yoo)

정회원



- 1976년 : 전북대학교 전산통계학  
과(공학사)
- 1988년 : 한국과학기술원 전산학  
과(공학석사)
- 1988년 : 한국과학기술원 전산학  
과(공학박사)

• 1997년 ~ 현재 : 충북대학교 컴퓨터교육과, 정보산업  
공학과 교수

<관심분야> : 컴퓨터그래픽스, 3차원 에듀 게임, 텐탈  
및 메디칼 응용

전 병 민(Byoung-Min Jun)

정회원



- 1976년 : 한국항공대학교 전자공  
학과(공학사)
- 1979년 : 연세대학교 전자공학과  
(공학석사)
- 1988년 : 연세대학교 전자공학과  
(공학박사)

• 1986년 ~ 현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> : 디지털 신호처리, 영상처리, 컴퓨터비전