

# 회전, 이동, 크기에 불변한 홍채 인식 시스템

## Rotation, Translation and Scale-Invariant Human Iris Recognition System

김응주, 조성원

홍익대학교 전자전기공학부

Tel: 02-320-1493, Fax: 02-320-1110, E-mail: macjoo21@wow1.hongik.ac.kr

Eungjoo Kim, Seongwon Cho

Dept. of Electrical and Electronics Engineering, HongIk University

### 요 약

본 논문에서는 최근 신원확인 수단으로 각광받고 있는 생체인식 중 가장 신뢰도가 높은 홍채인식에 관한 연구에 대해 기술하고 있다. 비접촉식 홍채인식 시스템의 경우 홍채영상의 획득 시 사람의 머리가 기울어지거나 움직임에 따라 영상이 좌측 혹은 우측으로 조금씩 회전, 혹은 이동하거나 크기가 달라지게 된다. 이런 경우 동일인의 홍채영상도 매번 조금씩 달라지게 되므로, 정확한 인식을 위해서는 획득된 각 영상의 정규화 과정과 함께 회전된 영상에 대한 보완 등의 전처리 과정이 매우 중요하다. 영상 필터를 통한 정확한 외곽 경계의 검출과 정규화, 비교방법을 통해 이를 보완하고, 웨이블릿 변환을 이용하여 특징값을 얻은 후 검증 실험 결과를 보임으로써 회전, 이동, 크기에 무관한 홍채 인식 방법을 제안하고자 한다.

### I. 서론

최근 사람의 고유한 생리학적 특징을 이용한 생체인식 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 생리학적 특징에는 사람의 지문, 음성, 홍채, 얼굴모양 등이 있으며, 불변성과 고유성에서 비롯된 높은 신뢰도로 인하여 출입자관리 시스템, 현금 인출기, 전자상거래 등에 이용되고 있다 [1]. 그 중 홍채인식의 경우 가장 신뢰도가 높은 장점에 불구하고 과거에는 사용자들의 거부감과 하드웨어의 불완전함 때문에 널리 이용되지 못했으나, 최근 하드웨어 성능의 발달로

인하여 눈을 카메라에 직접 접촉시키지 않는 비접촉식 홍채인식 시스템이 등장함으로써 기존의 단점들을 극복하고 있다[2].

그러나 비접촉식 홍채인식 시스템의 경우, 입력 영상이 눈과 카메라의 거리에 따라 크기가 달라지거나, 사람의 머리가 기울어지거나 움직임으로 인해 조금씩 회전 혹은 이동되는 현상이 발생하여 이에 대한 보완이 고려되어야 한다.

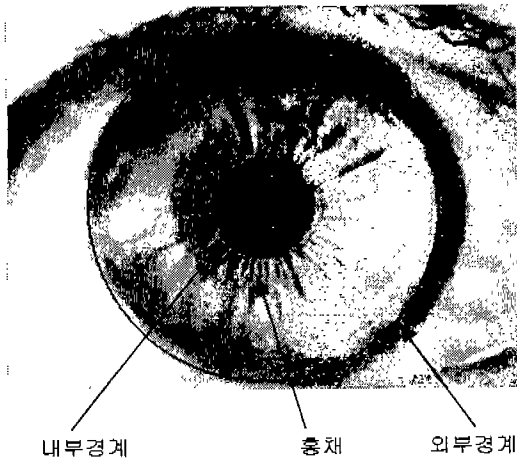
본 논문에서는 이를 위하여 Canny 필터를 이용한 정확한 경계검출과 정규화를 통해 크기 및 이동에 불변인 영상을 얻은 후, 기준벡터와

의 비교를 통해 회전영상의 보정을 거치고, Haar 웨이블릿을 사용하여 특징값을 추출하고 비교, 검증함으로써, 기존의 방법보다 향상된 결과를 보이고자 한다.

## II. 본론

### 1. 경계검출 및 정규화

카메라로부터 입력받는 홍채영상은 320×240 픽셀의 BMP 이미지 형식이며, 홍채인식을 위한 가장 첫 단계는 내부경계와 외부경계를 검출하여 홍채패턴만을 추출해내는 것이다.



<그림 1> 홍채 및 내부, 외부 경계

내부경계는 Edge Detector의 일종인 Canny 필터를 사용하여 검출해낸다. Canny필터는 영상에 식(1), (2)와 같은 Gaussian 필터링을 시킨 후, 식 (3)의 Sobel Operator  $S_x, S_y$ 를 이용하여 경계를 검출하는 과정으로 이루어진다[3][4].

$$G(x, y) = \sigma^2 e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (1)$$

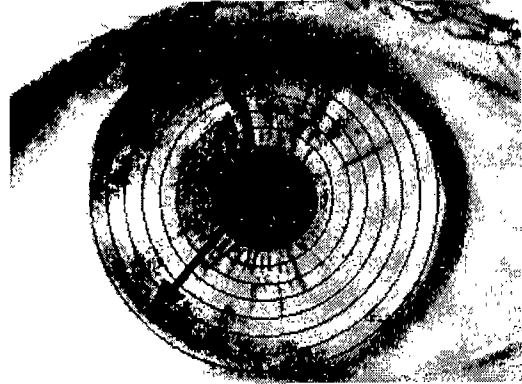
$$I_G(x, y) = G(x, y) * I(x, y) \quad (2)$$

( $I(x, y)$  : 입력 영상)

$$S_x = I[i-1][j+1] + 2I[i][j+1] + I[i+1][j+1] - I[i-1][j-1] - 2I[i][j-1] - I[i+1][j-1]$$

$$S_y = I[i+1][j+1] + 2I[i+1][j] + I[i+1][j-1] - I[i-1][j+1] - 2I[i-1][j] - I[i-1][j-1] \quad (3)$$

외부경계는 그림과 같이 내부경계로부터 좌측 하단방향으로 픽셀값들의 차 중 최대값, 즉  $Max\{I(x, y) - I(x+1, y-1)\}$ 을 찾아서 검출해낸다.

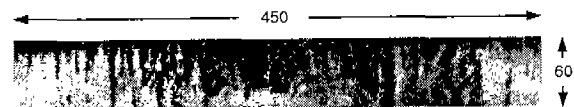


<그림 2> 외부경계 검출

경계가 검출된 후, 내부경계로부터 외부경계까지의 거리의 60% 부분의 홍채패턴만을 취하여, 식(4)처럼 극좌표계로 변환한 뒤에 450×60 픽셀의 영상으로 정규화 시킨다.

$$I(x(r, \theta), y(r, \theta)) \rightarrow I(r, \theta) \quad (4)$$

그림은 450×60 픽셀로 정규화된 홍채패턴의 모습이다.



<그림 3> 정규화된 홍채패턴

이와 같은 경계검출과 정규화 과정을 통해서 홍채영상이 중앙에 위치하지 않고 조금 이동되거나 크기가 조금씩 달라진 경우에도 영향을 받지 않고 쉽게 처리가 가능해질 수 있다.

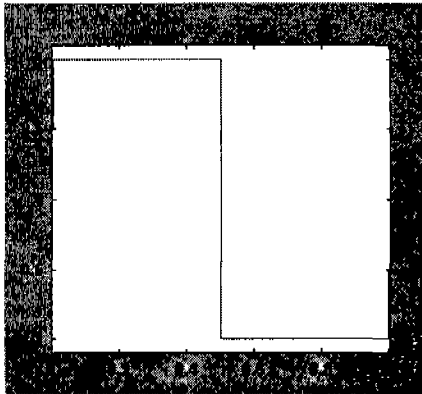
### 2. 회전영상의 보정

사람의 머리가 기울어짐으로 인하여 홍채영상

이 좌측 혹은 우측으로 조금씩 회전된 경우 450×60의 정규화 영상을 서로 비교함으로써 이를 해결할 수 있다. 등록된 홍채영상 데이터 중 하나를 기준데이터로 설정한 뒤, 450×60의 정규영상 중 기준 데이터를 샘플하여 가장 높은 일치율을 보일 때까지 다른 영상들과 샘플 기준 데이터를 좌·우로 이동시키며 비교한 뒤, 이를 보정해준다.

### 3. 웨이블릿을 이용한 특징추출

450×60의 크기로 정규화된 영상은 웨이블릿 변환을 통하여 특징값을 추출하게 되는데 여기서는 아래 <그림 5>, 식(5), (6)과 같은 Haar 웨이블릿을 사용한다[5][6].

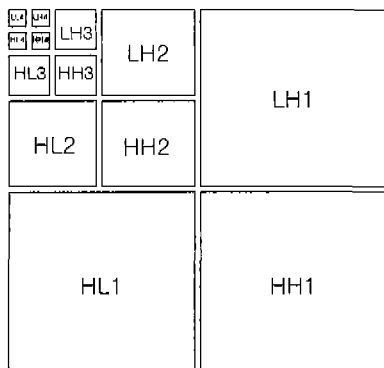


<그림 5> Haar 웨이블릿 함수

$$\phi(t) = \phi(2t) + \phi(2t-1) \quad (5)$$

$$\phi(t) = \phi(2t) - \phi(2t-1) \quad (6)$$

다음은 Haar 웨이블릿 변환을 이용한 영상분할을 그림으로 나타낸 것이다.

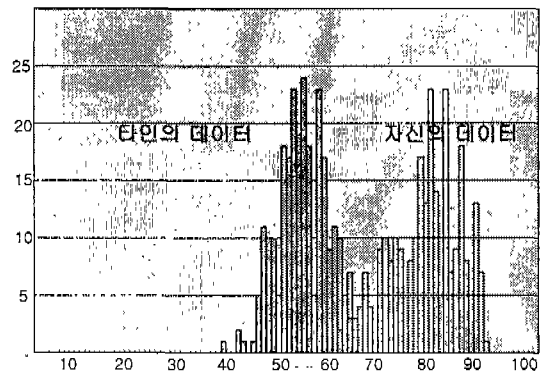


<그림 6> 웨이블릿의 영상분할

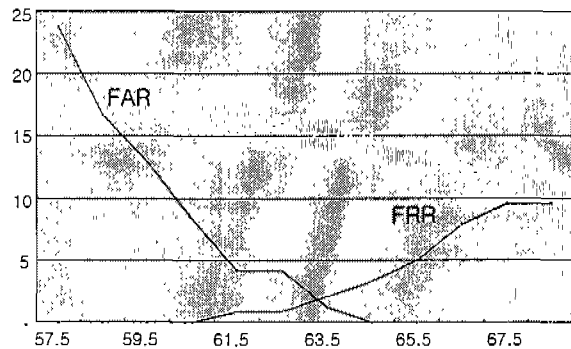
웨이블릿 변환 후, HH4의 84개 데이터와 HH3, HH2, HH1의 평균값 데이터 3개를 합쳐 총 87개를 영상의 특징값으로 사용하게 된다.

### 4. 검증 및 결과

검증은 한 사람에 대하여 5개 영상의 특징값을 등록데이터로 사용한 뒤, 자신의 홍채영상 8개, 타인의 홍채영상 8개를 비교하여 실험하였으며, 총 30명에 대하여 실험을 행하였다. 아래는 실험결과를 나타내는 그래프이다.



<그림 7> 자신과 타인의 일치율 비교



<그림 8> FAR과 FRR

위의 그래프에서 FAR(False Accept Rate)과 FRR(False Reject Rate)을 함께 최소로 하는 곳은 63.5%를 경계치로 설정하면 된다. 다음 <표 1>은 기존의 홍채인식 방법과 본 논문에서 제안한 새로운 방법의 검증결과를 비교한 것이다. 기존의 방법은 홍채영상마다 고유한 임계값을 설정하여 내부경계만을 검출한 뒤, 정규화 및 보정과정을 거치지 않고, 바로 Haar 웨이블

렛을 이용하여 특징값을 추출하게 된다[7].

	FAR	FRR
기존의 방법	3.65 %	4.9 %
제안한 방법	1.25 %	2.08 %

<표 1> 기존 방법과의 비교 결과

[7] 조문수, "Haar 웨이블릿 변환과 참조벡터를 이용한 홍채검증", 홍익대학교(공학석사학위 청구논문), 2000

### III. 결론

본 논문에서는 필터링을 이용한 경계검출과 기준벡터와의 비교를 통한 회전영상의 보정을 이용한 새로운 홍채인식 방법을 제안하였다. 새로 제안하는 이 방법은 수동으로 임계치를 설정하여 경계를 검출하고, 영상의 회전, 이동, 크기를 전혀 고려하지 않던 기존의 방법을 대체할 수 있고, 인식률을 높일 수 있음을 실험결과를 통하여 입증하였다.

### IV. 참고문헌

- [1] Anil K. Jain, Ruud Bolle and Sharath Pankanti "BIOMETRICS Personal Identification in Networked Society", Kluwer Academic Publisher, 1999
- [2] Daugman, J. G, "High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence", IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, pp. 1148-1161, 1993
- [3] J. R. Parker, "Algorithms for Image Processing and Computer Vision", Wiley Computer Publishing, 1997
- [4] Rafael G. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley, 1993
- [5] Jaideva C. Goswami, Andrew K. Chan, "Fundamentals of Wavelets", Wiley Interscience Publication, 1999
- [6] Yves Nievergelt, "Wavelets Made Easy", Birkhauser, 1999