

# 홍채반지름별 패턴특징에 따른 홍채검증

## Iris Verification Using Pattern Features in Iris Radii

조성원, 김태훈  
Seongwon Cho, Tae-Hoon Kim

홍익대학교 전기정보제어공학과  
Department of Electrical, Information and Control Engineering, Hong Ik Univ.

### Abstract

본 논문의 목적은 여러 생리학적 특징중 높은 신뢰성을 갖는 것으로 알려진 홍채로부터 고유한 특징을 추출하고, 인식 / 검증하는 알고리즘을 개발하는데 있다

홍채패턴은 크게 주름과 주름내부의 패턴부분으로 구성되며 그 고유한 패턴은 주로 내부에 집중되어 있다. 본 논문에서는 홍채의 주름윤곽과 주름내부의 패턴 특징의 추출을 위해, 동공중심을 기준으로 반지름길이에 따라 홍채영역을 분리하여 1D신호를 추출하여 특징으로 사용하였으며, 전처리부에서는 thresholding 방법에 의해 안구로부터 홍채영상을 획득하고, 획득된 반지름별 1D 홍채특징으로부터 매칭시험을 수행하였다

제안된 방법은 주름윤곽으로부터 1D 특징신호를 사용한 방법에서 무시한 홍채내부 패턴을 고려하였으며, 홍채 전체영역에 대해 2D 웨이블릿을 이용한 홍채특징추출 방법과 비교시 보다 신속한 특징추출이 가능하다

### I. 서론

사람들은 개개인마다 고유한 생리학 (biometrics)적 특징을 가지고 있으며, 이를 이용한 human recognition에 대한 연구가 많은 관심을 끌고 있다. 생리학적 특징에는 유전자 형질, 지문, 귀의 생김새, 발음걸이, 손모양, 음성, 얼굴의 생김새, 눈동자의 홍

채 등이 있으며, 이러한 개개인의 생리학적 특징을 이용한 자동 신원인식 시스템은 그 특징의 높은 신뢰성 때문에 오랜 시간 많은 연구가 진행되어 왔다. 이러한 인식(검증) 시스템은 출입자관리, 은행의 현금입출기, 전자상거래 보안등에 적용이 가능하며, 보다 높은 신뢰성과 적용 용이성을 위한 연구가 이루어지고 있다[1-3]

본 논문의 목적은 여러 생리학적 특징중

높은 신뢰성을 갖는 것으로 알려진 홍채로부터 고유한 특징을 추출하고, 인식/검증하는 알고리즘을 개발하는데 있다

홍채패턴은 크게 2부분(주름과 주름내부의 패턴)으로 구성되며, 주름내부의 고유한 패턴은 주로 중심부에 집중되어 있다. 주름과 주름내부 패턴에 따라 3개 형태로 구분할 수 있다.

홍채를 사용한 생체인식은 특징추출방법에 따라 크게 2개로 구분된다. 첫번째 방법은 홍채영상에서 1D 특징을 획득하는 방법[4, 5]이며, 두 번째는 2D 특징을 획득하는 방법[6, 7]이다. 전자는 홍채의 주름의 형태만을 특징으로 사용하며, 후자의 경우에는 홍채에 대한 전체 영상을 인식/검증에 이용한다.

본 논문에서는 홍채의 주름윤곽과 주름내부의 패턴 특징의 추출을 위해, 동공중심을 기준으로 반지름길이에 따라 홍채영역을 분리하여 1D신호를 추출하여 특징으로 사용하였다. 홍채경계 획득을 위해서는 쓰레스홀드 방법에 의해 안구에서 동공과 흰자위를 분리하여 홍채영상을 획득하며, 획득된 반지름별 1D 홍채특징으로부터 매칭시험을 수행하였다

제안된 방법은 주름윤곽으로부터 1D 특징 신호를 사용한 방법에서 무시한 홍채내부 패턴을 고려하였으며, 홍채 전체영역에 대해 2D 웨이블릿을 이용한 홍채특징추출 방법과 비교시 보다 신속한 특징추출이 가능하다

## II. 본론

### 1. 홍채 패턴 분석

실험에 사용한 홍채는 320 X 240 픽셀의 bmp 형태로 저장되어 있으며, 홍채는 유형에 따라 크게 3개 형태로 분류할 수 있다

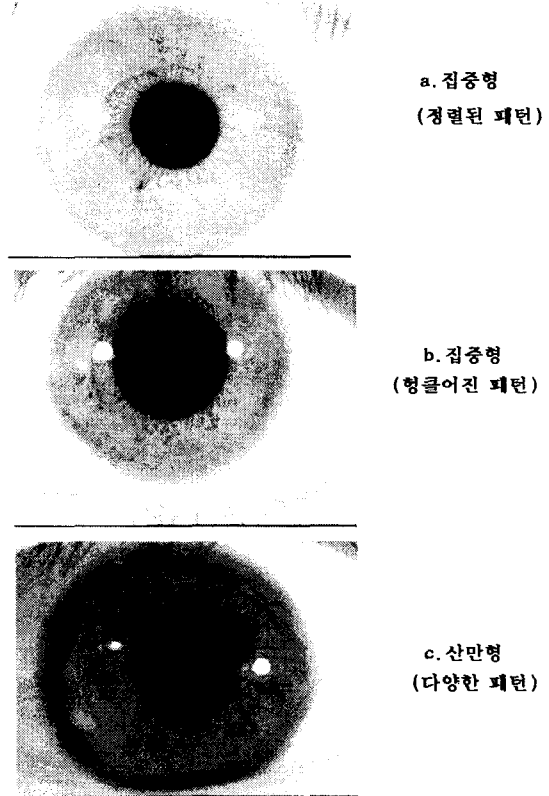


그림1 홍채형태별 분류

홍채는 크게 외곽주름 모양과 주름내부의 패턴으로 구성되어 있다. 집중형은 외곽주름이 중심부에 집중되어 있으며, 산만형은 홍채전체영역에 대해 넓게 퍼져있다. 집중형은 주름내부 패턴의 형태에 따라 다시 정렬된 패턴과 형클어진 패턴으로 구분할 수 있다.

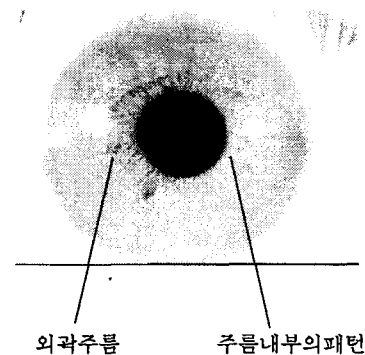


그림2 홍채패턴

카메라에 의해 획득한 영상으로부터 홍채 특징을 분석하기 위해서는 홍채 경계를 획득하고 특징추출을 수월하게 하기 위한 전처리 작업이 필요하다. 홍채경계 획득을 위해서는 눈꺼풀과 눈썹에 의한 생체적인 간섭요소와 조명에 의한 잡음부분을 고려할 필요가 있다. 눈꺼풀과 눈썹에 의한 잡음은 일부홍채 - 특히 눈이 작은 사람의 경우에 발생빈도가 높으며, 경계검출시 이부분을 제외한영역을 사용한다. 조명에 의한 잡음으로는 반사광과 그림자등이 있다. 반사광은 홍채내부에 위치하게 되며, 반사광의 위치는 조명위치를 변경하므로 조정이 가능하다. 본 실험에 사용된 홍채는 조명에 의한 반사광이 홍채내부 좌우영역에 존재한다. 조명에 의한 또 다른 잡음인 그림자는 일부영상에서 홍채와 흰자위사이에서 발생하였다.

## 2. 전처리

전처리부분에서는 크게 홍채경계면획득과 잡음제거부분으로 구성된다.

획득한 영상을 smoothing 후 thresholding 방법에 의해 영상을 흰자위, 홍채, 동공부분으로 구분한 후, 홍채경계면을 획득한다.

threshold값으로는 전체 영상에 대한 밝기 평균값과 홍채와 동공부분에 대한 밝기 평균값을 사용하여 결정한다.

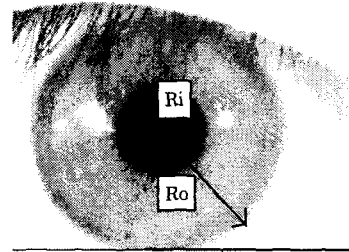
홍채경계면 획득후 잡음부분(조명, 눈꺼풀등에 의한 잡음)을 제거하고, 특징추출 및 검증을 용이하게 하기 위해 영상 Enhancement 를 수행한다.

## 3. 특징추출

홍채의 주름윤곽과 주름내부의 패턴특징 추출을 위해, 동공중심을 기준으로 특정거리 내에 있는 홍채데이터를 추출하여 특징으로 사용한다.

홍채정보의 대부분이 홍채내부(동공과 접하

는부분)에 집중되어 있으므로, 동공을 중심으로 동공으로부터 일정거리내에 있는 홍채 정보를 특정거리(4개 영역으로 구분)별로 특징을 추출한다.



단, Ri : 홍채 내부경계 반지름

Ro : 홍채 내부경계 반지름

그림3 홍채경계

동공을 중심으로 일정한 거리에 위치하는 픽셀들의 집합을 추출하면 다음과 같다.

$$I = \{ I_1, I_2, I_3, I_4 \}$$

$I_1$  : 레벨1

(동공중심으로부터 거리  $Ro + (Ro - Ri)/2$ 인 픽셀들)

$I_2$  : 레벨2

(동공중심으로부터 거리  $Ro + (Ro - Ri)/4$ 인 픽셀들)

$I_3$  : 레벨3

(동공중심으로부터 거리  $Ro + (Ro - Ri)/8$ 인 픽셀들)

$I_4$  : 레벨4

(동공중심으로부터 거리  $Ro + (Ro - Ri)/16$ 인 픽셀들)

단,  $I_1, I_2, I_3, I_4$  : 360 X 1 벡터

$I_1(i) \in [0, 255]$  :  $I_1$ 의  $i$ 번째 element

추출된 픽셀  $I$ 의 사인변화를 계산하여 특징값으로 사용하면 특징집합은 다음과 같다

$$F = \{ F_1, F_2, F_3, F_4 \}$$

단,  $F_1(i) = \begin{cases} 1 & \text{if } I_1(i) - I_1(i+1) > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

$F_1(i)$  :  $F_1$ 의  $i$ 번째 element

4. 검증

a. 검증방법

두개의 홍채영상으로부터 추출된 특징을  $F_a, F_b$ 라고 할때 일치율  $M$ 은 다음과 같다

$$M = \{M_1, M_2, M_3, M_4\}$$

단,  $M_i = \sum (F_{a1} \text{ XOR } F_{b1})$

$F_a = \{F_{a1}, F_{a2}, F_{a3}, F_{a4}\}$  : a로부터 추출된 특징

$F_b = \{F_{b1}, F_{b2}, F_{b3}, F_{b4}\}$  : b로부터 추출된 특징

동일인 특징에 대한 1개의 기준 데이터와 5개의 샘플데이터로 부터 일치율을 구한후 레벨별 일치율의 최소값과 표준편차를 이용하여 검증기준으로 사용한다

$$C_a = \{C_1, C_2, C_3, C_4\}$$

단,  $Min_i = \min \sum_{n=1}^5 M_n$

$$\sigma^2 = \sum_{n=1}^5 (M_n - avr)^2$$

$$avr = (\sum_{n=1}^5 M_n) / 5$$

$$C_i = Min_i - \sqrt{(\sigma^2)}$$

$M_{hi}$  : i 레벨에서 기준데이터와 n번째 샘플 데이터의 일치율

각 레벨에서의 검증기준이 만족하는 경우에 한하여 동일인으로 인정한다

b. 실험결과

대상(A)에 대한 실험결과는 표 1과 같다.

샘플데이터	일치율
1	88/75/75/71
2	86/76/76/72
3	88/74/80/67
4	82/71/75/67
5	89/73/77/66
검증기준	76/67/70/60

a. 샘플데이터와 기준데이터간 일치율

동 일 인	일치율
1	87/74/76/73
2	87/75/71/74
3	81/76/76/72
4	86/78/77/68
5	82/71/75/67

b. 동일인

대상	일치율	대상	일치율
B1	84/73/60/50	D4	63/71/66/61
B2	82/66/54/50	D5	67/73/68/63
B3	76/65/60/50	E1	69/64/70/64
B4	79/64/61/53	E2	73/63/67/67
B5	79/60/56/53	E3	74/60/66/65
C1	73/74/65/63	E4	74/58/71/62
C2	72/72/66/67	E5	75/65/71/64
C3	68/73/67/64	F1	73/68/72/68
C4	70/71/65/66	F2	69/65/69/61
C5	75/67/66/65	F3	73/65/68/64
D1	70/70/69/62	F4	71/60/70/65
D2	59/73/75/65	F5	75/64/68/67
D3	68/69/61/58		

c. 비동일인

표1 대상 A에 대한 실험결과

표1.a의 검증기준(76/67/70/60)을 사용한 비교실험결과는 표1.b와 같다.

각 대상에 대한 FAR(False Accept Rate)과 FRR(False Reject Rate)은 다음과 같다

대상	FRR	FAR
A	0/9	0/25
B	0/9	0/25
C	0/9	0/25
D	0/9	2/25
E	0/9	0/25
F	0/9	0/25

표2. 각 대상에 대한 실험결과

30개의 홍채 데이터(1명당 5개, 6명)에 대한 실험결과 FRR=0%, FAR=1.33%의 결과를 얻었

다.

### III. 결론

제안된 방법은 주름윤곽으로부터 1D 특징신호를 사용한 방법에서 무시한 홍채내부 패턴을 고려하였으며, 홍채 전체영역에 대해 2D 웨이블릿을 이용한 홍채특징추출 방법과 비교시 보다 신속한 특징추출이 가능하다는 장점이 있다.

실험결과에 대한 신뢰성을 높이기 위해서는 추가적인 실험이 요구된다.

### IV. 참고 문헌

- [1] Anil Jain, Lin Hong and Sharath Pankanti, "Biometric Identification", Communications of The ACM, Vol.43, No.2, pp.91-98, Feb. 2000.
- [2] Matteo Golfarelli, Dario Maio and Davide Maltoni, "On the Error-Reject Trade-Off in Biometric Verification Systems", IEEE Transaction Analysis and Machine Intelligence, Vol.19, No.7, Jul. 1997.
- [3] Gifford, M.M, McCartney, D.J and Seal, C.H, "Networkded biometrics systems-requirements based on iris recognition", BT Technol J Vol.17, No.2, pp.163-170, Apr. 1999.
- [4] Boles, W.W and Boashash, "A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform", IEEE Trans on Signal Processing, Vol.46, No.4, pp. 1185-1188 Apr. 1998.
- [5] 성혁인, "Haar 웨이블릿 변환과 다차원 승자 결정방식의 경쟁학습 신경회로망을

이용한 홍채인식" (공학석사학위 청구논문, 홍익대학교, 1998)

- [6] Wildes, R.P, "Iris Recognition : An Emerging Biometric Technology", Proceedings of the IEEE, Vol.85, No.9, pp. 1348-1363 Sep. 1997.
- [7] 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.