

# 개인확인 및 인증 알고리즘을 위한 홍채 패턴인식

고 현 주<sup>†</sup> · 이 상 원<sup>††</sup> · 전 명 근<sup>†††</sup>

## 요 약

정보통신 시스템과 네트워크의 개방화 추세와 더불어 증가되고 있는 불법 사용자에 의한 피해도 점점 더 커지고 있다. 이에 본 논문에서는 생체 특성에 기초한 개인확인 및 인증방법의 하나로 사람 눈에 있는 홍채의 패턴 인식에 관한 연구를 행하였다. 이를 위하여 먼저, 눈에 있는 홍채 패턴으로부터 개인을 분리해 낼 수 있는 특징값을 찾아내는 알고리즘을 이산 Walsh-Hadamard 변환을 이용하여 제안하였다. 이를 이용하여 최종적으로 각 개인에게 부여할 수 있는 512 비트의 홍채코드를 만들었다. 제안된 알고리즘은 디지털 처리가 가능한 연산구조를 갖는 관계로 실시간 처리가 요구되는 정보보호를 위한 개인확인 및 인증 알고리즘으로 널리 이용될 수 있으리라 생각된다.

## Iris Pattern Recognition for Personal Identification and Authentication Algorithm

Hyoun-Joo Go<sup>†</sup> · Sang-Won Lee<sup>††</sup> · Myung-Geun Chun<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

In this work, we present an iris pattern recognition method as a biometrically based technology for personal identification and authentication. For this, we propose a new algorithm for extracting a unique feature from the iris of the human eye and representing this feature using the discrete Walsh-Hadamard transform. From the computational simplicity of the adopted transform, this can perform the personal identification and authentication in a fast manner to accomplish the information security.

**키워드 :** 홍채인식(Iris Pattern), 정보보호(Information Security), 이산 Walsh-Hadamard 변환(Discrete Walsh-Hadamard Transform)

### 1. 서 론

오늘날 우리는 급속도로 발전하는 정보사회에 살고 있다. 이러한 정보사회는 정보의 생성, 저장, 처리, 운반, 검색 기능이 상호 연결된 통신망 환경 하에서 다양한 형태의 정보 서비스가 이루어지는 사회이다. 한편 이러한 정보화 사회가 주는 편리함과 유익성에 비례하여 매우 위험하고 파괴적인 역기능이 뒤따르고 있다. 특히, 인가 받지 않은 불법 사용자에 의한 정보시스템의 파괴, 개인 신상 비밀의 누설 및 유출, 불건전 정보의 유통 등과 같은 정보화의 역기능으로 인해 고통받고 있다. 이는 향후에 정보통신 시스템과 네트워크가 더 개방되고, 용량과 성능 그리고 연결성이 강화되는

추세에 비추어, 그 취약성도 비례하여 증대될 것으로 예견되고 있다[1, 2].

시스템 보안을 위한 방법 중 패스워드에 의한 개인 확인과 인증은 가장 많은 운영체제에서 지원되고 있는 구현이 용이하고 별도의 특수 장치가 필요 없는 시스템 보안의 방법이다. 그러나 개인이 아무리 자신의 패스워드 관리를 잘 한다 하여도 그것이 타인에게 누설 될 수 있으므로 이러한 패스워드에 의한 시스템 보안을 대체 할 수 있는 새로운 개인확인 및 인증 방법이 시급히 요구되고 있는 상황이다.

이러한 기존의 단순한 형태의 개인확인 및 검증방법의 한계를 극복하여, 절도나 누출에 의하여 도용 될 수 없으며 변경되거나 분실할 위험성도 없는 새로운 형태의 신분검증 방법에 대한 연구 분야가 바로 바이오메트릭스(Biometrics) 분야이다. 생체계측학이라고 번역되는 바이오메트릭스는 “자동화된 방법으로 특정 개인의 특성을 검증하거나 신분을 인식하기 위해, 측정 가능한 물리적 특성 또는 개인의 생물학

\* 본 연구는 한국과학재단의 목적기초연구(R02-2000-00397)지원으로 수행되었음.

† 준 회 원 : 충북대학교 대학원 제어계측공학과

†† 정 회 원 : 메카텍스(주)

††† 정 회 원 : 충북대학교 전기전자및컴퓨터공학부 컴퓨터정보통신연구소 교수  
논문접수 : 2001년 8월 1일, 심사완료 : 2001년 9월 27일

적 특징을 연구하는 학문"으로 정의될 수 있다. 위와 같은 바이오메트릭스 기술에서 대상으로 하고 있는 인간의 생체학적 특성은 크게 지문이나 얼굴, 음성인식 등이 많이 사용되고 있다.

바이오메트릭스 기술에서 사용하는 대상들 중 먼저, 지문(Fingerprint)에 대해 살펴보자. 각 개인의 지문은 땀샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로, 그 모양이 개개인마다 서로 다를 뿐만 아니라 태어날 때의 모습 그대로 평생동안 변하지 않음이 일찍이 증명되어 실생활에 사용되어져 왔다. 인식에 필요한 개인별 특징 추출에 사용되는 방법으로는 주파수 공간에서의 Fourier, Wavelet 변환, 또는 신경회로망이나 퍼지논리에 의한 것 등을 들 수 있다. 그러나, 지문에는 기준 좌표축이 존재하지 않으므로 임의로 회전되어 채취된 지문에 대한 처리가 어려우며, 또한 지문은 신체의 일부로서 유연성을 가지고 있어 채취될 때마다 그 모양이 달라 보이며, 지문은 손상될 수 있어 고성능의 개인인증시스템에서는 그 문제점이 지적되고 있다[3, 4].

한편, 얼굴 영상 인식의 문제에서는 많은 응용분야와 다양한 연구에도 불구하고 만족할 만한 신뢰도를 보장받지 못하고 있다. 왜냐하면 정지 영상의 경우는 영상으로부터의 얼굴 분리가 어렵고, 동영상을 이용한 경우는 시간 정보를 이용하기 때문에 얼굴의 분리는 가능하여 정지영상을 이용한 경우의 문제가 없으나, 영상의 질이 몹시 저하된다는 문제가 따른다. 또한 노화에 따른 얼굴의 변형이나, 머리카락의 길이, 표정의 변화, 주위 조명에 많은 영향 등으로 인한 특징 추출의 문제들로 인해 아직까지 개선할 사항이 많은 상황이다.

위와 같은 단점 때문에 최근에 사람의 눈동자에 존재하는 홍채(Iris) 패턴에 의한 개인 인식 및 인증에 대한 연구가 관심을 끌고 있다[5, 6]. 홍채는 사람이 태어난 후 얼마간의 세월이 흐른 뒤 그 모양이 변하지 않는 특성을 지니면서, 사람마다 독립적인 특징을 가지므로 신원 인식의 시스템으로서 높은 신뢰도를 지닐 수 있다. 따라서, 이를 카메라로 촬영하여 패턴을 인식하여 개인확인 및 인증에 적용하려는 시도가 있었다.

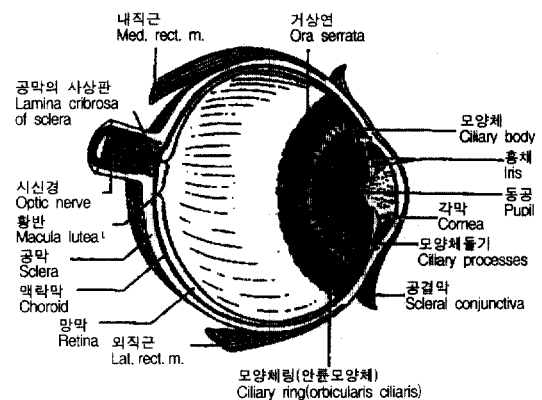
먼저, Daugman[7]은 2차원 Gabor Filter를 이용하여 256-바이트의 Iris 코드를 만들어 내는 방법을 제안하였으며, Wides[5]는 가우시안 필터의 라플라시안 대역 통과 필터(Laplacian of Gaussian filter)를 이용하여 홍채인식에 관한 연구를 행하였다. 그러나 위의 방법은 모두 2차원의 데이터를 쓰는 관계로 계산이 복잡할 뿐더러 계산량이 많다는 단점이 지적되고 있다[8]. 이와 다르게, Boles[8] 등은 홍채로부터 얻어진 1차원의 밝기 데이터를 이용하여 이를 웨이블릿(Wavelet) 변환을 이용하여 인식하려는 연구가 있었다. 이 연구에서는 low

resolution level의 웨이블릿 변환의 데이터로부터 영점교차(zero-crossing)점의 데이터를 이용하여 이 값을 비교하여 인식하고자 하였다. 그러나 이 방법은 특징점의 개수가 부족한 관계로 대상 데이터 베이스의 개수가 커지면 이들을 모두 분리해 내기 어려운 문제가 발생한다. 더욱이 밝기 데이터를 취득함에 있어서 하나의 1차원 밝기 데이터만을 이용하는 관계로 눈썹 등에 의한 조그마한 밝기 변화가 전체 인식결과에 크게 영향을 미치는 단점이 있다. 한편으로 서로 다른 반지름을 갖는 홍채 밝기 데이터를 취득한 후 별도의 변환을 쓰지 않고, 밝기 데이터의 부호변화만을 이용하려는 연구가 있었다[9]. 이 경우 수행시간은 빠르나 4장의 실험결과에서 알 수 있듯이 인식률이 떨어지는 단점이 있다.

따라서, 본 논문에서는 이산 Walsh Hadamard 변환(Discrete Walsh Hadamard Transform; DWHT)을 이용하여 다수의 1차원 데이터만을 이용하여 계산효율이 높고, 조명의 변화에도 둔감한 512비트의 Iris code를 제안하여 대규모 데이터 베이스에 대응할 수 있도록 하고자 한다.

## 2. 홍채의 특성과 홍채패턴의 추출

(그림 1)에 사람의 눈의 구조를 나타내었다[10]. 홍채는 모양체의 전방(anterior)이 신장된 곳으로 포도막의 가장 앞쪽에 위치한다. 즉 안구의 전방에 있으며, 각막과 수정체(lens) 사이에 존재하며 이것의 가운데에 있는 둥근 구멍이 동공(pupil)이다.



(그림 1) 사람의 눈 구조

홍채의 앞면은 불규칙한 기복을 가지며, 동공연(pulillary margin)의 가까이에 융기된 원형의 패턴이 존재하는데 이것을 권축륜(collarette)이라 하며 이것은 지문과 마찬가지로 태어날 때 한번 정해지면 평생 변화하지 않으며, 개개인별로 모두 모양이 다른 것으로 알려져 있다. 따라서 이를 카메라로 촬영하여 개개인의 패턴을 인식하면 개인확인 및 인증에 적용할 수 있다. 여기서, 홍채패턴을 추출하기 위한 영상처리 과정을

살펴보면 다음과 같다.

본 연구에서는 홍채의 영상처리를 위하여 16mm 렌즈와 20mm 접사렌즈를 장착한 CCD 카메라와 Matrox사의 Meteor 보드를 사용하였으며, 조명으로는 (그림 2)와 같이 눈으로 들어오는 빛의 반사광을 막기 위해서 원통형의 틀을 제작함으로써 LED에 의한 간접조명을 사용하였다. 취득된 영상은 480 × 640 크기의 흑백영상이며 밝기 정보는 8비트 크기의 256단계로 표현된다.



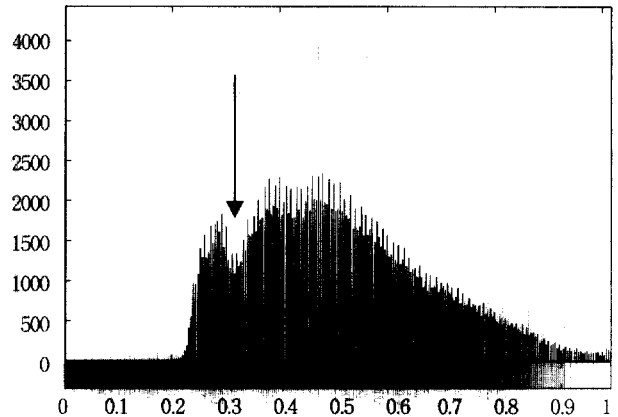
(그림 2) 홍채 인식시스템의 카메라와 조명장치

홍채패턴 인식 알고리즘은 영상전처리과정, 특징점 추출 그리고 인식을 위한 과정 등으로 구성된다. 영상 전처리 과정은 획득된 영상에서 동공의 윤곽선검출 및 동공의 초점을 찾기 위한 과정이다. 그리고 다른 하나는 홍채패턴의 인식을 위한 특징점을 추출하고 Iris Code 와 해밍거리(Hamming Distance)를 이용한 인식과정이다.



(그림 3) 256단계의 명암을 갖는 640 × 480 크기의 홍채영상

먼저, (그림 2)와 같은 영상취득 시스템으로부터 사람의 눈을 찍은 영상을 중위수 필터(Median Filter)를 사용하여 속눈썹과 눈꺼풀 등의 잡음을 제거한 영상이 (그림 3)이다. 이로부터 동공의 추출을 위해서는 이진화 영상이 필요한데, 이를 위하여 본 연구에서는 (그림 4)과 같이 밝기의 히스토그램으로부터 계곡값을 자동으로 추출하는 자동 이진화 알고리즘을 구현하였다[11]. (그림 5)는 이러한 자동화 이진 영상알고리즘으로부터 구해진 이진화 영상이다. 그림에서 알 수 있듯이 윤곽선의 손상이 거의 없는 영상을 얻을 수 있었다.



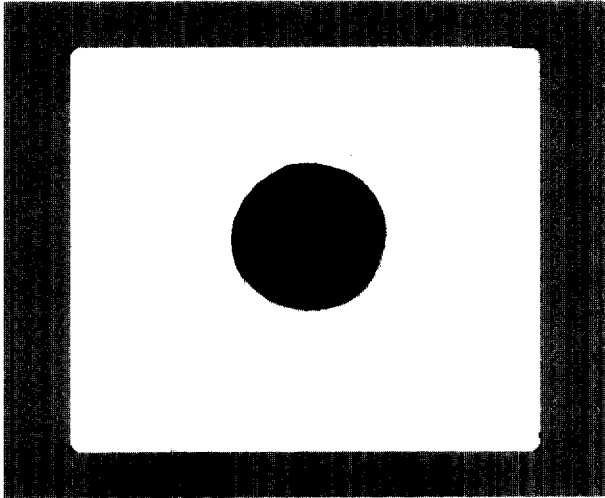
(그림 4) 자동 이진화를 위한 밝기 히스토그램



(그림 5) 경계값에 의해 동공을 추출한 이진영상

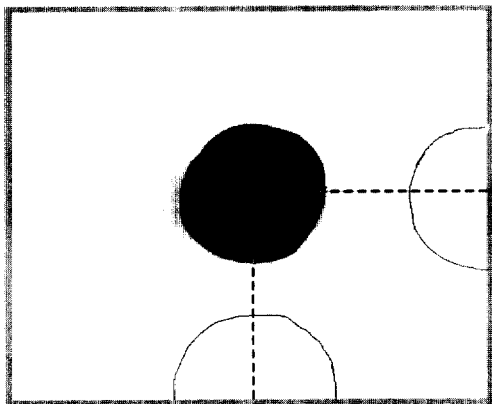
영상처리의 기본 조작의 일환으로, 명암 도형의 농도값을 적당한 경계값으로 1이나 0의 값을 갖는 이진값을 갖는 이진화 도형으로 변환하여 화상 처리 대상 중, 관심 영역과 그 이외의 영역을 명료하게 구별하거나, 화상의 경계선을 추출하고 있다. 위와 같이 얻어진 영상 중에서 본 연구에서 관심이 있는 부분인 동공의 검출은 성분 명칭화 기법(component labling)을 이용하여 구현하였다[12]. 성분 명칭화 방법은 기

본적으로 얻어진 이진영상에서 각 픽셀들을 조사하여 연결된 상태를 조사하여 영역화한 후, 동공과 같이 영상 중에서 가장 큰 면적을 갖는 물체를 검출하는데 사용되고 있는 기법이다. 위의 과정을 통하여 (그림 6)과 같이 동공만을 추출할 수 있었다.



(그림 6) 선분명칭화 방법을 이용한 동공추출

이렇게 동공만을 추출한 다음에 필요한 것이 동공의 중심을 구하는 것이다. 동공의 초점은 이후 특징점 추출이나 홍채패턴인식에 있어서 중요한 역할을 하며 따라서 잡음등에 강인한 특성을 갖는 검출 알고리즘이 필요하다. 이에 본 연구에서는 (그림 6)의 동공영상으로부터 (그림 7)과 같이 x-축과 y-축의 프로젝션에 의한 동공의 추출방법을 구현하였다.



(그림 7) x-축과 y-축상의 프로젝션에 의한 동공의 중심 추출

3. DWHT과 홍채패턴 인식

본 연구에서는 영상처리에 있어서 요구되는 (1) 위치변화에

무관(translation invariant) (2) 크기변화에 무관(scale invariant) (3) 회전변에 무관(rotation invariant)한 조건을 만족하도록 특징점을 취득하였다. 먼저, (그림 7)과 같이 동공의 중심을 찾아 이를 앞으로 진행할 특징점 추출의 원점으로 삼음으로서 영상 취득과정에서 생길 수 있는 위치변환에 무관하게 특징점이 취득되도록 하였다.

두 번째로, 앞서 구해진 타원의 동공 영상에서 장축 반지름을 구하여 이보다 30%, 40%, 50% 큰 가상의 원을 그려가며 (그림 8)과 같이 1차원 밝기 정보를 구한다. 이렇게 함으로서 영상 취득시에 생길 수 있는 크기변화에 무관하도록 하였다. 즉 동공 크기의 상대적인 크기로 정의함으로써 전체적인 크기변화에 따라 동공과 가상원이 따라서 변하므로 이의 변화에 무관하게 된다. 이때, 취득되는 1차원 데이터의 개수는 동공의 반지름을 r-픽셀이라 하면, 이보다 30% 큰 가상원의 경우에 얻어지는 밝기데이터는 대략 아래의 식으로 표현된다.

$$r \times (1 + 0.3) \times \cos 45^\circ \times 8 \tag{1}$$

본 연구에서와 같이 r = 87일 경우 밝기데이터 갯수는 640 픽셀 정도가 된다.



(그림 8) 1차원 밝기데이터를 취득하기 위한 동공밖의 가상원

위와 같은 과정을 거쳐서 얻어지는 밝기데이터 중에서 동공반경의 30% 밖에서 얻어진 데이터를 (그림 9)에 예시하였다. 그림에서 알 수 있듯이 밝기 데이터 값은 그 변동이 매우 큼을 알 수 있다.

본 연구에서는 위와 같은 3개의 1차원 밝기 데이터에 대하여 DWHT계수를 이용하여 특징점을 추출하였다.

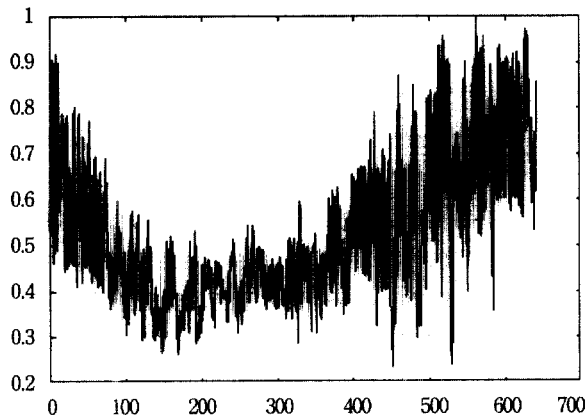
Discrete Walsh-Hadamard 변환은 다음과 같은 Hadamard 행렬 H(k)를 이용하여 구하게 된다[13].

$$H(2k) = \begin{bmatrix} H(k) & H(k) \\ H(k) & -H(k) \end{bmatrix} \tag{2}$$

여기서  $H(1)=1$ 이고  $k=1,2,\dots,n$ 이다. 위에서 언급된  $H(k)$  행렬은 다음과 같은 특징을 갖는다. i)  $H(k)$ 는 대칭행렬이다. ii)  $H(k)$ 는 서로 직교하다. iii)  $H(k)$ 의 역행렬은  $H(k)$ 에 비례한다. 즉,  $H(k)^{-1} = \frac{1}{2^k} H(k)$ .

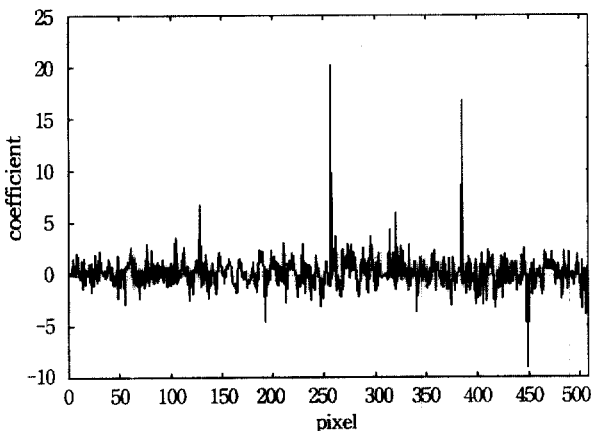
위와 같이 Hadamard 행렬  $H(k)$ 이 정의될 때,  $N$ 개의 샘플 데이터를  $X(n) = [x(1), x(2), \dots, x(N)]$ 으로 표시되는 데이터의 DWHT는 다음과 같이 정의된다.

$$W(n) = \frac{1}{N} X(n) \cdot H(n) \quad (3)$$



(그림 9) 얻어진 1차원 밝기데이터

일반적인 DWHT은 sample 개수가  $N$ 인 경우  $N^2$  번의 더하기, 빼기 연산을 해야 변환 결과를 얻을 수 있으므로 곱하기 연산보다는 시간이 적게 걸리지만  $N$ 이 커질 경우 계산시간이 길어질 수 있기 때문에, DWHT을 빨리 계산하고자 하는 알고리즘으로 fast DWHT이 제안되어 있다[14]. 이 방법을 이용하면  $N^2$ 번의 연산을  $N \log_2 N$ 번으로 줄어들어 계산시간을 크게 줄일 수 있다. (그림 10)은 앞의 1차원 밝기데이터에 대한 DWHT계수를 구한 그림이다.



(그림 10) 1차원 밝기데이터에 대한 DWHT 계수값

앞에서 설명된 DWHT에 의해 구해진 계수들에 대하여 다음과 같은 512bit의 IRIS Code를 제안한다.

$$IC_i = [ic_1^i, ic_2^i, \dots, ic_{512}^i] \quad (4)$$

$$ic_k^i = \begin{cases} 1 & \text{만약 } w(k) \geq 0 \\ 0 & \text{만약 } w(k) < 0 \end{cases} \quad (5)$$

위 식에서  $w(i)$ 는 DWHT의 계수를 나타낸다.

위와 같이 제안된 IRIS code는 모두 512비트의 길이이고, 이상적으로는 모두  $2^{512}$ 개의 경우의 가짓수를 가지므로, 대단위 데이터베이스를 구축하기 위한 각 개인의 code를 부여하는데 효과적으로 사용될 수 있다. 이렇게 정의된 Iris code를 이용하여 개인확인과 인증을 위해서는 새로운 Iris code가 입력되었을 때 이들을 비교하여 유사도를 구하여야 한다.

식 (5)에서 정의한 Iris 코드에 의해서 다음과 같은 매칭값을 얻을 수 있다. 사용된 유사측도(Similarity Measure)는 두 Iris code 사이의 해밍거리이다.

$$SM = IC_i \oplus IC_j = \sum_{k=1}^{512} ic_k^i \oplus ic_k^j \quad (6)$$

$\oplus$  : exclusive - NOR

본 연구에서는 이를 이용하여 개인확인시의 결과값으로 사용하였다. 이렇게 구한 Iris 코드를 저장시키고 저장시킨 Iris 코드를 서로 다른 홍채 영상에 대한 각 개인에 부여함으로써 개인확인에 효과적으로 사용될 수 있다.

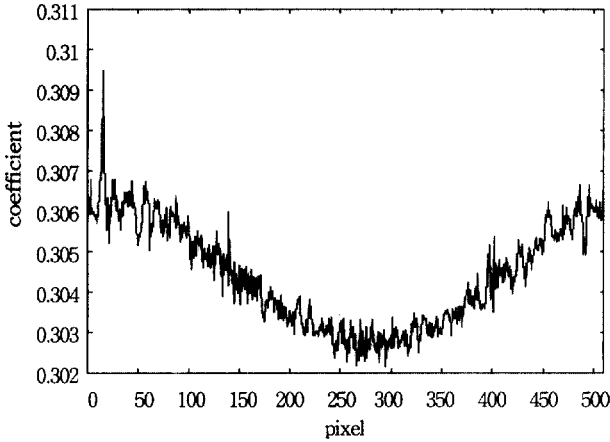
#### 4. 홍채패턴 인식 실험결과

위와 같이 DWHT계수를 이용하는 경우에 고려해야 될 사항이 영상의 회전에 대하여 계수값이 불변이지 않다는 점이다.



(그림 11) 10도 기울어져 얻어진 영상

홍채 영상의 취득에 있어서, 취득 당시 몸의 기울어짐 등에 의해서 영상 자체가 회전되어 있다면 개인확인시 다른 사람으로 판명될 수가 있다. 이것에 대한 보상방법으로 상관(correlation)에 의한 보정 실험을 행하였다. 먼저, 회전되지 않은 영상과 (그림 11)과 같이 임의로 10도 회전된 영상의 밝기 데이터를 취득하였다. 그런 다음 각각의 밝기 데이터에 대하여 상관값을 (그림 12)와 같이 구했다.



(그림 12) 두 개의 영상에 대한 상관값

위의 그림에서 알 수 있듯이 상관값이 전체 512 pixel 중에서 14번째 pixel 값에서 피크를 이룸을 알 수 있다. 이 지점을 각도로 환산하면  $360 * (14 / 512) = 9.84^\circ$ 로 기울어진 각도

10도를 추정할 수 있음을 알 수 있다.

회전을 보상하지 않고 두 영상의 Iris code를 생성하고 해밍거리를 구한 결과 250이라는 값을 얻었다. 이것은 512개의 매칭값에 상당히 많이 떨어져 있어 동일인임에도 불구하고 영상의 회전에 의해 동일인이 아니라고 판단할 수 있음을 알 수 있다. 그러나 앞에서 설명된 상관값에 의한 회전을 보상했을 경우 448비트가 같다는 매칭 결과를 얻어서 정상적인 판단을 할 수 있음을 알 수 있었다. 제시된 IRIS Code의 경우 두 개의 홍채 패턴이 동일할 경우에 Hamming distance는 최대값 512을 갖는다. 이때 매칭값은 100%가 된다.

본 연구에서는 알고리즘의 검증용을 위하여 다섯 사람의 눈에 대한 홍채패턴을 촬영하여 동공반지름의 30%, 40%, 50%되는 가상원상의 밝기 데이터에 대하여 제안된 알고리즘을 구현하여 실험하였다. 먼저 <표 1>은 DWHT를 이용한 인식 결과이다. 주어진 5명의 홍채 패턴으로부터 대하여 본인의 경우 100% 개인 확인을 할 수 있었으며, 타인과의 매칭값은 판별기준으로 잡은 75% 이하로 됨을 알 수 있다. 따라서, FAR(False Acceptance Ratio) 및 FRR(False Reject Ratio)이 모두 0이 됨을 알 수 있다. 성능비교를 위하여 1차원 밝기에서의 크기변화에 기초한 홍채인식[9] 결과를 <표 2>에 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 데이터 2와 4의 매칭값이 80이 넘는 관계로 인식오류가 발생하여 FAR이 20%가 된다.

<표 1> DWHT를 이용한 홍채인식결과

	data 1	data 2	data 3	data 4	data 5
data 1		53%/53%/55%	53%/54%/51%	69%/67%/72%	50%/54%/52%
data 2	53%/53%/55%		48%/46%/47%	52%/51%/51%	58%/64%/61%
data 3	53%/54%/51%	48%/46%/47%		54%/53%/52%	68%/65%/67%
data 4	69%/67%/72%	52%/51%/51%	54%/53%/51%		53%/55%/51%
data 5	50%/54%/52%	58%/64%/61%	68%/65%/67%	53%/55%/51%	

<표 2> 밝기의 크기변화를 이용한 홍채인식결과

	data 1	data 2	data 3	data 4	data 5
data 1		50%/47%/48%	59%/60%/59%	51%/48%/48%	37%/38%/48%
data 2	50%/47%/40%		51%/51%/52%	84%/82%/84%	49%/51%/54%
data 3	59%/60%/59%	51%/51%/52%		49%/49%/50%	67%/68%/49%
data 4	51%/48%/48%	83%/82%/84%	49%/49%/50%		44%/51%/53%
data 5	36%/40%/48%	49%/51%/54%	67%/68%/49%	44%/51%/53%	

5. 결 론

오늘날 우리는 급속도로 발전하는 정보사회에 살고 있다. 이러한 정보사회는 정보의 생성, 저장, 처리, 운반, 검색 기능이 상호 연결된 통신망 환경 하에서 다양한 형태의 정보 서비스가 이루어지는 사회이다. 이러한 정보화 사회에 있어서, 출입통제나 기기의 사용자 통제와 같은 물리적 통제와 관리로부터 컴퓨터 보안, 원격교육, 전자상거래, 정보보안등과 같은 정보산업과 관련된 분야에서의 보안에 이르기까지 확실한 개인의 인증을 통한 여러 가지 위험요소 및 손실을 줄이려는 요구는 인터넷을 통한 정보의 교류가 활발해지고 온라인 banking 등 전자상거래와 관련된 산업의 규모가 커지면서 더욱더 커지고 있다.

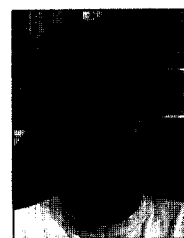
이에 본 논문에서는 최근 새로운 정보보호의 방법으로 각광을 받고 있는 생체인식기법중의 하나인 홍채패턴인식에 의한 개인확인 및 인증에 대하여 회전 및 크기 변화, 위치 이동에 무관하게 처리가 가능한 홍채패턴 인식 알고리즘을 제안하였다. 회전문제에 대해서는 상관에 의한 보상으로 그 문제를 해결할 수 있는 방법을 제안하였으며 위치 이동에 대해서는 동공의 중심점을 찾는 방법으로 위치에 무관하게 하였으며, 크기의 변화에 대해서는 동공의 크기보다 30%, 40%, 50% 큰 3개의 가상원을 기준으로 삼으로서 영상의 크기 변화에 무관하도록 하였다. 본 논문에서 제안한 영상 전처리와 DWHT를 이용한 알고리즘은 계산량이 적으며, 이를 하드웨어로 구현하기도 용이한 구조를 가지고 있어서  $n$ 비트로 표현되는 데이터에 대하여 수행시간이  $O(2n)$ 인 구현방법이 제시되어 있다[15]. 따라서 기존의 홍채인식 알고리즘에 비해 수행시간이 빠르고, 3개의 서로 다른 1차원 밝기 데이터를 이용하는 관계로 개인 확인 및 인증의 신뢰도를 높힐 수 있으리라 생각된다.

한편, 보다 선명하고 조명에 둔감한 홍채 영상의 취득을 위해서는 자동초점 장치가 부착된 카메라와 적외선 LED와 같은 가시광선에 영향받지 않는 조명장치와 같은 주변장치에 대한 연구도 병행되어야 한다고 생각된다.

참 고 문 헌

[1] A. Jain, R. Bolle, and S. Pankanti, "Biometrics : Personal Identification in Networked Society," Kluwer Academic Publish, 1999.  
 [2] 한국정보보호센터, "정보보호 현황 - 정보보호기반 및 기술을 중심으로 -", 1996.  
 [3] 지식정보센터, 주간기술동향, 통권 965호, 2000.

[4] J. G. Daugman, "Complete Discrete 2-D Gabor Transforms by Neural Networks for Image Analysis and Compression," *IEEE Tr. on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol.36, No.7, pp.1169-1179, 1988.  
 [5] R. P. Wildes, "Iris Recognition : An Emerging Biometric Technology," *Proceedings of the IEEE*, Vol.85, No.9, pp.1348-1363, 1997.  
 [6] D.M. Ashbourn, "Biometrics : Advanced Identify Verification : The complete guide," Springer, 2000.  
 [7] J. G. Daugman, "High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence," *IEEE Tr. on pattern analysis and machine intelligence*, Vol.15, No.11, pp.1148-1161, 1993.  
 [8] W. W. Boles and B. Boashash, "A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform," *IEEE Tr. on Signal Processing*, Vol.46, No.4, pp.1185-1188, 1998.  
 [9] 조성원, 김태훈, "홍채 반지름별 패턴 특징에 따른 홍채검증", 한국 퍼지 및 지능시스템학회 춘계학술대회, pp.170-174, 2000.  
 [10] 김덕훈 외 2인, "시기 해부학(Ocular Anatomy)", 정문사, 1993.  
 [11] M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision," IEEE Press, 1999.  
 [12] R. Jain, R. Kasturi, "Machine Vision," McGraw-Hill, 1995.  
 [13] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing," Addison Wesley, 1993.  
 [14] D. Sundararajan and M.O. Ahmad, "Fast Computation of the Discrete Walsh and Hadamard Transforms," *IEEE Tr. on Image Processing*, Vol.7, No.6, pp.898-904, 1998.  
 [15] A. Amira, A. Bouridane and P. Milligan, "An FPGA based Walsh Hadamard Transform," *The 2001 IEEE International Symposium on Circuit and Systems*, Vol.2, pp.569-572, 2001.



고 현 주

e-mail : ghjswy@hanmail.net

1999년 한밭대학교 제어계측공학과 졸업 (학사)

2000년~현재 충북대학교 제어계측공학과 석사과정

관심분야 : Biometrics(Iris Pattern Recognition), Computer vision, DSP응용, 얼굴표정과 음성등을 이용한 감정추출.



### 이 상 원

e-mail : sangwonl@netian.com

1998년 한밭대학교 제어계측공학과 졸업  
(학사)

2000년 충북대학교 제어계측공학과 졸업  
(석사)

2000년~현재 메카텍스(주)

관심분야 : 영상처리 및 인식, 자동제어



### 전 명 근

e-mail : mgchun@chungbuk.ac.kr

1987년 부산대학교 전자공학과(학사)

1989년 한국과학기술원 전기 및 전자공학  
과(공학석사)

1993년 한국과학기술원 전기 및 전자공학  
과(공학박사)

1993년~1996년 삼성전자 자동화연구소 선임연구원

2000년~2001년 University of Alberta 방문교수

1996년~현재 충북대학교 전기 및 전자 및 컴퓨터공학부 조교수

관심분야 : Biometrics, 감정인식, 음성신호처리, 얼굴인식