

# 복합 생체 척도 거리를 이용한 사용자 인증시스템의 구현

## An Implementation of User Identification System Using Hybrid Biometric Distances

주동현, 김두영

Dong-Hyun Ju, Doo-Young Kim

### 요 약

본 논문에서는 정확도 향상을 위해 다중 생체 인식정보와 비접촉 IC카드를 사용하는 사용자 인증시스템을 제안하였다. 다중 생체 인식정보는 안면영상, 홍채영상, 4-digit 음성암호로 구성하였으며, 비접촉 IC-Card는 사용자의 기본정보를 제공한다. 만약 사용자의 기본정보와 부합되는 표본화된 다중생체 인식정보와 현장에서 측정된 생체정보와의 거리가 threshold보다 작은경우에 본인으로 인증하였고, 그외의 경우에는 기각시키는 방식을 사용하였다. 본 논문에서는 실험을 통해, 기존의 인식방식보다 사용자의 인증률이 개선됨을 보였다.

### ABSTRACT

In this paper we proposed the user identification system using hybrid biometric information and non-contact IC card to improve the accuracy of the system. The hybrid biometric information consists of the face image, the iris image, and the 4-digit voice password of user. And the non-contact IC card provides the base information of user. If the distance between the sample hybrid biometric information corresponding to the base information of user and the measured biometric information is less than the given threshold value, the identification is accepted. Otherwise it is rejected. Through the result of experimentation, this paper shows that the proposed method has better identification rate than the conventional identification method.

**Key words:** biometrics, neural network, GHA, face recognition, iris recognition, voice recognition

### I. 서론

현재 개인의 신분증명이나 인증방식에서 가장 보편적으로 사용되고 있는 분야는 카드인증방식이라고 할 수 있다. 카드 인증방식은 카드의 소유자가 본인일 경우에는 특정한 암호코드와 바이너리 데이터의 인증으로 명확한 분류와 인증을 가능하게 하는 것이 가장 큰 장점이라고 할 수 있다.

최근 카드 인증방식 분야의 동향을 살펴보면, 과거 온라인 방식의 MS(마그네트)카드 방식의 처리시간 지연 및 보안 문제점에 대처하기 위하여, 보다 기능이 향상되고 보안성이 뛰어나며 오프라인 상거래 처리가 가능한 접촉식 IC카드나 비접촉식 IC카드(RF 카드)가 새로이 부상되고 있다. 이는 우리 실생활에도 많이 도입되어 접촉식

IC카드의 경우 전자지갑 또는 선불카드로 사용되고 있고, 무선으로 사용하는 비 접촉식 IC카드는 대중교통 지불수단으로 채택되어 이른바, 전자금융시대를 주도하고 있다. 서울 및 부산 지역에서는 이미 상용 실시되어 그간 야기되던 대중 교통 요금 지불 운용상의 많은 문제점을 해결하고, 그 편의성등에 있어서 많은 호평을 받고 있다.

그러나, 이러한 많은 장점에도 불구하고 타인의 도용이나 복제와 같은 문제를 가지고 있으며, 분실과 내용변경으로 인한 위험성을 내포하므로, 카드 인증방식은 완전한 보안분야에 이용되기보다 주로 사용자 측에 관리상의 책임을 추가하는 방식으로 이용되고 있다.

특정한 개인의 특성을 검증하거나 신원을 확인하기 위해서, 측정가능한 개인의 물리적 또는 행동적인 특징을 기반으로하는 생체인식시스템은 얼굴 모양이나 홍채, 음

성 등과 같은 개인의 특성을 데이터화 하여 타인의 도용이나 복제에 의해 이용될 수 없을 뿐 아니라 변경되거나 분실할 위험성이 없으므로 보안 분야에 활용도가 뛰어나고, 이용자에 대한 사후 추적이 가능하여 관리적인 측면에 있어서도 안전한 시스템을 구축할 수 있다는 장점이 있다.[1][7] 그러나 단지 인식율에 있어서 그동안 많은 발전이 있었지만, 아직까지는 100%에 달하는 완벽한 인식은 구현하기가 힘들다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 카드인증방식의 명확한 인증 능력과 생체인식시스템의 사용자 신원확인 능력을 연계하여 시스템을 구성하였고, 기존의 생체인식시스템이 가지고 있는 일대 다수라는 인식단계를 일대 일의 검증단계로 축약하고, 각 개인의 생체적인 특징과 인자들을 비 접촉식 RF-Card에 미리 담겨있는 사용자 정보를 기반으로 검색하여, 해당 인자들과 실시간으로 측정되는 생체요소를 비교하여 사용자를 인증하는 시스템을 구현하고 그 정확도를 고찰하였다.

## II. 배경이론

본 논문에서 구현한 생체인식 사용자 인증 시스템은 생체인식 분야 중에서도 현재 각광받는 안면인식, 홍채인식, 음성인식을 적용하여 구성하였다. 그중에서 안면 인식부와 홍채 인식부는 추출된 특징 파라미터를 GHA를 적용하여 분류하였으며, 음성인식부는 FFT 캡스트럼을 사용하여 특징벡터를 추출하였다. 다음에 GHA와 FFT 캡스트럼의 배경이론을 기술하였다.

### 1. GHA(Generalized Hebbian Algorithm)

높은 차원의 데이터를 최적으로 축소시키는 주성분 해석(PCA: Principal Component Analysis)의 한 종류인 GHA (Generalized Hebbian Algorithm)는 순방향 구조의 단층 신경망이며, 자율 학습의 특성이 있다.[3]

학습된 GHA의 연결강도는 가중치 특성이 있으며, 이를 이용하면 입력 데이터를 보다 작은 차원으로 축소시킬 수 있으므로, 고차원의 데이터를 저차원으로 구현하고자 하는데 많이 쓰인다.[3] 본 논문에서는 웨이트들이 가중치에 의해 내림차순 정렬되는 GHA 특성을 이용하여 데이터에 대한 특징을 중요도에 따라 추출한다.

기본적으로 입력 패턴을 분류가 가능한 낮은 차원으로 축소시키는 것을 목표로 순방향 구조의 단층 신경망에서 입력층에는 안면과 홍채 영상의 특징 성분을 배열하고, 출력층으로는 분류의 기본 척도가 되는 기저인자를 배치한다.[4] 그리고 각각의 연결강도  $w_{ji}$ 를 무작위의 작은 실수값으로 초기화하고, 학습률  $\eta$ 과 반복횟수  $n$ 을 설정한다. 그런 다음 연결강도  $w_{ji}$ 를 반복횟수  $n$ 만큼 식(1)와

식(2)를 이용하여 학습시킨다. 여기서 입력 측  $x_i(n)$ 은 영상 특징 성분들을 의미하며, 출력 측  $y_j(n)$ 은 기저인자로 삼고자 하는 차원의 개수를 의미한다.

$$y_j(n) = \sum_{i=0}^{k-1} w_{ji}(n)x_i(n) \quad (1)$$

$$\Delta w_{ji}(n) = \eta[y_i(n)x_i(n) - y_i(n)v(n)]$$

$$\text{여기서 } v(n) = \sum_{k=0}^l w_{kj}(n)y_k(n) \quad (2)$$

$p$ 는 신경망의 입력 노드이다.

학습된 Basis(웨이트)를 이용하여 식 (3)과 같은 영상에 대한 계수  $C$ 를 식 (4)로 구하고, 학습에 사용된 각 영상들에 대해 계수를 추출하여 database화 시킨다.

$$C = \{c_0, c_1, \dots, c_{m-1}\} \quad (3)$$

$$c_j = \sum_{i=0}^{k-1} w_{ji}(n)x_i(n) \quad (4)$$

여기서  $m$ 은 신경망의 출력 노드이다.

이와 같은 과정을 거쳐 추출한 계수  $C_j$ 들은 기존의 신경망 연산에 의해 분류되어진 기저영상과의 곱 연산을 통해 원영상을 복원시키는 인자로서 사용되며, 이 계수 값들이 개개인에 적용시키는 검증코드(verification code)의 기준이 된다.

### 2. FFT Cepstrum

캡스트럼은 로그 크기 스펙트럼(logarithmic amplitude spectrum)의 역 푸리에 변환으로 정의된다.[8] 캡스트럼이라는 용어는 spectrum이라는 단어의 앞부분을 역순으로 배열하여 만들어진 것이며, 캡스트럼의 종속변수의 단위, 즉 그래프의 가로축에 해당하는 단위는 쿼프런시라고 부르는데 이 용어는 frequency라는 단어의 앞부분을 역순으로 배열한 것이다. 캡스트럼은 주파수 영역의 함수를 역변환한 것이기 때문에 시간 영역의 함수라고 할 수 있다. 캡스트럼이 가진 가장 큰 특징이라고 하면 음성이 갖는 정보에서 스펙트럼 포락정보와 기본 주파수 정보를 분리해 낸다는 것이다. 음성 생성 모델에서 음성신호  $x(t)$ 는 식(5)와 같이 기본 주파수 정보  $g(t)$ 와 스펙트럼 포락 함수  $h(t)$ 의 컨벌루션 형태로 표현된다.

$$x(t) = \int_0^t g(\tau)h(t-\tau)d\tau \quad (5)$$

식(6)는 식(5)를 주파수영역에서 나타낸 것이다.

$$X(\omega) = G(\omega)H(\omega) \quad (6)$$

$$\log|X(\omega)| = \log|G(\omega)| + \log|H(\omega)| \quad (7)$$

캡스트럼  $c(\tau)$  는 식 (7)의 양변을 역 푸리에 변환한 것으로서, 식 (8)과 같이 표현된다.

$$c(\tau) = F^{-1} \log X(\omega) = F^{-1} \log G(\omega) + F^{-1} \log H(\omega) \quad (8)$$

식 (8)의 오른쪽 부분은 두항의 합으로 표현되며, 이때 첫 번째 항은 기본 주파수 정보를 의미하며, 두 번째 항은 스펙트럼 포락을 의미한다. 식 (8)로부터 얻어진 캡스트럼은 푸리에 변환에 의해서 얻어진다는 의미로서 FFT 캡스트럼이라고 부르기도 한다.

음성의 경우 식 (8)의 첫 번째 항은 높은 큐프런시 대역에서 뾰족한 형태를 보이게 되며, 두 번째 항은 주로 낮은 큐프런시 대역에 집중되는 특성을 보인다. 이때, 스펙트럼의 주기성을 나타내는 정보인 기본주파수 (fundamental frequency - 성대의 진동수)는 높은 큐프런시 대역에서 나타나는 뾰족한 부분을 찾으면 알 수 있으며, 낮은 큐프런시 대역으로부터 로그가 취해진 스펙트럼 포락 정보를 얻을 수 있다. 이때 낮은 큐프런시 대역에서 몇 개의 원소를 취하느냐에 따라서 스펙트럼 포락의 정밀도가 결정된다. 즉, 더 많은 원소를 취할수록 스펙트럼 포락이 원래의 스펙트럼 자체에 가까워지게 되며, 적은 원소를 취할수록 스펙트럼의 전체적인 모양을 반영하는 부드러운 형태를 띠게 된다.[8] 캡스트럼 계수들을 높은 큐프런시 계수와 낮은 큐프런시 계수로 구분하는 처리를 필터링(filtering)과 대응되는 개념이라는 의미로 리프터링(liftering)이라고 한다.

그림 1에 음성신호로부터 캡스트럼 계수를 계산하고, 이 계수값 으로부터 스펙트럼 포락 정보와 기본 주파수를 획득하는 과정을 정리 하였다.

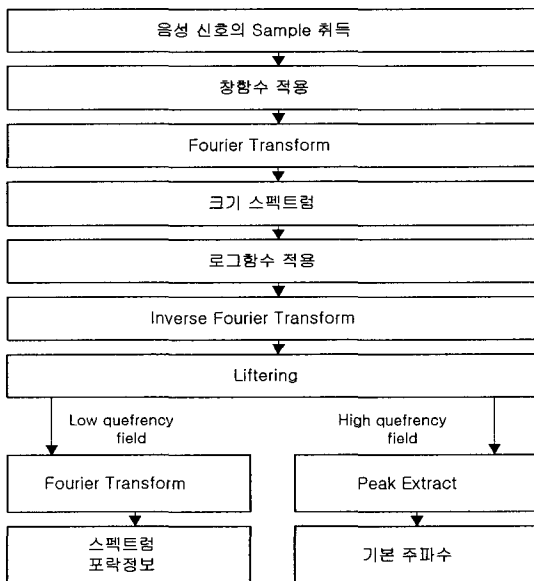


그림 1. 스펙트럼 포락정보와 기본 주파수 정보를 획득하는 과정

### III. 생체인식 사용자인증시스템의 구성

#### 1. 안면 인식부의 설계 및 구성

CCD 카메라로부터 입력되는 안면 영상으로부터 Resize를 통해 축소된 픽셀을 특징정보로 추출하고 순방향구조의 단층신경망 알고리즘인 GHA를 통해 특징벡터의 연결강도를 추출해 낸 후 특정 사용자의 안면 영상을 특징 벡터의 연결강도에 기반한 연산을 통해 인식코드를 생성하여 각 사용자별로 인식코드 DB를 구축한다.[4]

차후 실시간으로 입력되는 안면 영상으로 부터 위치정보를 내장한 특징정보를 추출하고 특징벡터의 연결강도에 기반한 연산을 통해 측정코드를 생성한 후, 기존에 구축되어 있는 인식코드 DB와 비교하여 인증 성공의 여부를 판별 하였다. 그림 2에 안면 인식부의 시스템 흐름도를 기술하였고, 그림 3에 구현한 안면 인식부의 시연화면을 나타내었다.

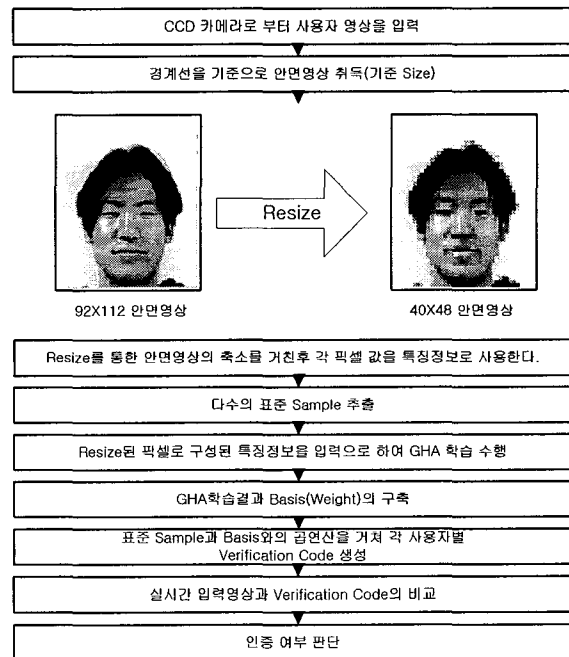


그림 2. 안면 인식부의 시스템 흐름도



그림 3. 안면 인식부의 시연화면

2. 홍채 인식부의 설계

접사 촬영으로부터 입력받는 홍채 영상을 텍스처 블록화를 거쳐 특징을 추출하고[2], 신경망 연산을 통해 특징 벡터의 가중치를 추출해 낸 후 특정 사용자의 홍채 영상을 특징 벡터의 가중치에 기반한 연산을 통해 인식코드를 생성하여 각 사용자별로 인식코드 DB를 구축한다.[4]

차후 실시간으로 입력되는 홍채 영상으로부터 텍스처 블록화를 거쳐 추출한 특징을 특징벡터의 가중치에 기반한 연산을 통해 측정코드를 생성한 후, 기존에 구축되어 있는 인식코드 DB와 비교하여 인증 성공의 여부를 판별하였다.[5]

그림 4에 홍채 인식부의 시스템 흐름도를 기술하였다.

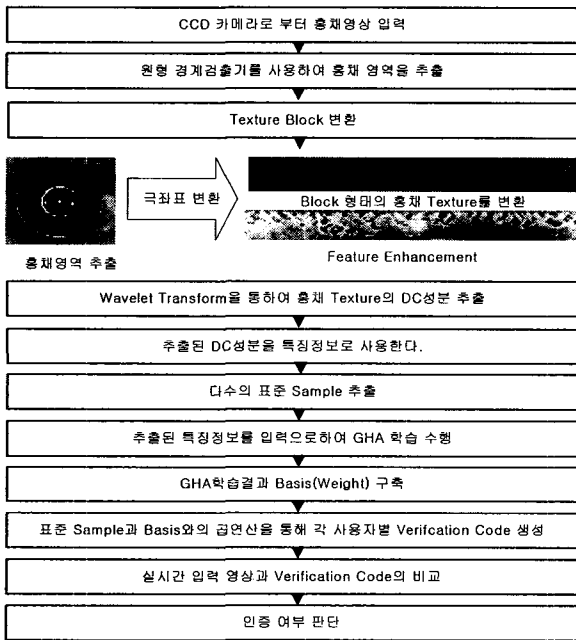


그림 4. 홍채 인식부의 시스템 흐름도

GHA 학습의 인자로 입력측에는 홍채의 특징 성분을 배열하고, 출력측으로는 분류의 기본 척도가 되는 기저인자를 배치한다.

여기서 입력측  $x_i(n)$ 은  $1024 \times 64$ 로 추출된 홍채 텍스처를 Haar 웨이브렛 변환을 2단계 거쳐 스케일화된  $256 \times 16$  텍스처블록의 각 화소값들을 할당하였으며, 출력측  $y_j(n)$ 은  $256 \times 16$ 으로 표현할수있는 영상들 중에서 기저인자로 삼고자하는 영상(표현하고자 하는 차원)의 수만큼 할당하였다.

그림 5.에 홍채 인식부의 시연화면을 나타내었다.



그림 5. 홍채 인식부의 시연화면

3. 음성 인식부의 설계 및 구성

마이크를 통하여 입력되는 4개의 음성신호(숫자)를 FFT 캡스트럼을 계산하여 특징 파라미터를 추출해 내고, 그 특징 파라미터들과 DB내의 다른 사용자들의 특징 파라미터와의 비교를 통해 사용자를 판별하는 방식으로 음성 인식부의 시스템 흐름은 그림 6과 같다.

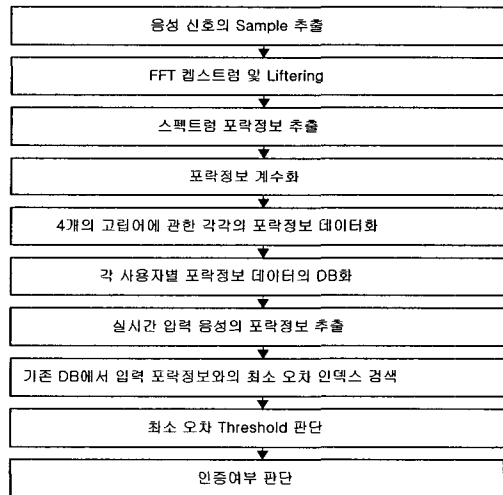


그림 6. 음성 인식부의 시스템 흐름도

마이크를 통해 연속된 4개의 고립어를 받아들여, 각각의 고립어 단어 별로 샘플링 데이터를 추출한 후 각 샘플링 데이터별로 FFT 캡스트럼을 연산한다.

최종적으로 추출된 FFT 캡스트럼 연산결과를 그림 7에 나타내었다.

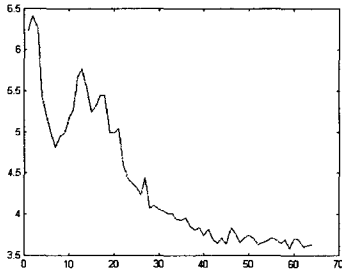


그림 7. FFT 캡스트럼 추출 그래프

본 시스템에서는 그림 7의 그래프상에서 가장 유사한 기울기 분포를 가지는 음성을 사용자 판단의 기준으로 삼았으며, 그 차이가 임계치를 벗어날 때 기각시켰다. 그림 8에 음성 인식부의 시연 화면을 나타내었다.



그림 8. 음성인식부의 시연 화면

### III. 비접촉 IC 카드 인터페이스의 구성

비접촉 IC 카드 내 정보의 읽기/쓰기를 위한 직렬 통신 기능과 RF Transmitter기능을 보유하고 있으며, 비접촉 IC 카드와 무선 정보 전송을 위한 13.56 Mhz대역의 평판형 안테나를 사용하였다. 사용 카드는 비접촉식 IC 카드이며 Mifare System에 호환되는 장치를 사용하였다.

Philips사의 MifareChipset MFCM200 모델을 사용하고 MMM(Mifare Micro Module)방식을 채용하여 지갑이나 별도의 중간 매개체를 경유해도 정보의 읽기/쓰기 기능이 동작된다.

본 시스템에서 사용한 비접촉 IC 카드 인터페이스 시스템을 그림 9에 나타내었다.

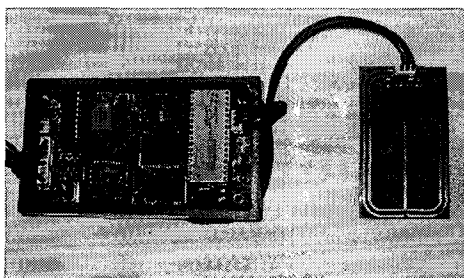


그림 9. 비접촉 IC 카드 인터페이스 시스템

### IV. 사용자 인증 방식의 설계 및 구현

본 논문에서 제안하는 사용자 인증방식은 다음과 같다. 일반적인 신경망을 사용하여 패턴분류를 할 때에는 지정된 알고리즘에 의한 학습을 통한 뒤, 그로부터 얻어지는 가중치 벡터를 이용하여 입력패턴을 분류하는 과정을 가진다. 학습이 끝난 신경망에 임의의 패턴을 가해 줄 경우, 비록 입력으로 가해진 패턴이 학습되지 않은 미지의 패턴일 지라도 학습된 패턴들이 가지는 클래스들 중의 하나로 분류되므로 오인식을 하게된다.[6] 즉 신경망을 이용한 패턴인식에서는 비록 오인식 일지라도 인식의 결과를 반드시 출력하며, 학습되지 않은 패턴, 즉 모르는 경우에 대한 인식의 고려가 없다는 단점을 가진다.

본 시스템에서는 비접촉 IC 카드에 내장된 개인용 일련번호를 읽어들여, 기존에 구축되어있는 사용자 정보 DB에서 해당 일련번호와 일치되는 사용자를 찾아내고, 그 사용자의 인증정보(인증코드, 파라미터)를 준비한 뒤, 실시간으로 입력되는 데이터로부터 인증코드와 파라미터를 추출하여, 등록 되어있던 사용자와의 정보와 실시간으로 입력된 사용자의 정보가 일정 임계값 이내로 오차가 나는지 판별함으로써 인증 여부를 결정하게 하였다.

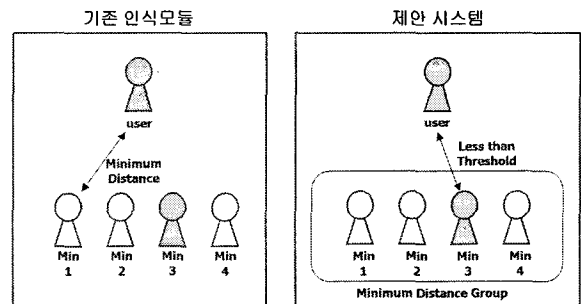


그림 10. 제안하는 사용자 인증방식

그 결과 기존의 인식 시스템에서 나타나는 오인식이 발생할 확률이 매우 낮아졌으며, 인증 또는 기각의 판독 결과를 출력하게 되었다.

### V. 실험결과

본 연구에서는 20명의 학생으로부터 각각 안면영상 4장, 홍채영상 4장, 음성샘플 4개를 추출하여 신경망 연산을 거쳐 가중치 벡터를 구성하고, 음성 파라미터를 추출 후 사용자 정보 DB를 구축하였으며, 자체 제작한 응용프로그램을 사용하여 인증 실험을 거쳤다.

실험환경은 안면영상 취득을 위해 시간대와 환경에 영향을 받지 않는 항상 동일한 조도의 조명을 사용하였으며, 홍채영상 취득을 위해 접사 촬영과 할로겐 램프를 사용하여 구성 하였다. 표 1.과 표 2.에 각 모듈별 인식률과

비접촉 IC카드의 사용자 인증 시스템 사용 시 인증률을 나타내었다.

표 1. 기존의 각 인식 모듈을 사용한 인식률

인식 모듈	등록된 사용자 인식률 (인식 성공/인식시도-오인식)
안면 인식부	13 / 20 - 7
홍채 인식부	16 / 20 - 4
음성 인식부	15 / 20 - 5

표 2. 비 접촉 IC 카드에 기반한 사용자 인증률

인증 대상	인증률 (인식성공/인식시도-기각)
등록된 사용자	19 / 20 - 1
타카드 도용자	0 / 20 - 20

위 실험 결과 별도의 인식 모듈을 사용했을 때 보다 특정 검증대상(비 접촉식 IC카드에 내장된 사용자 정보)을 기준으로 임계값을 만족하는 범위에서 인증하였을 경우 사용자 본인을 정확히 인증하는 빈도가 높아짐을 알 수 있었다.

## VI. 결론

본 논문에서는 비 접촉 IC카드를 기반으로 생체인식 사용자 인증 시스템의 인증률 향상에 관해 기술하였다.

특정 검증대상이 있을 경우 생체인식기술은 보다 나은 인증률을 가지게 됨을 확인하였으며, 무엇보다 오인식의 가능성을 축소 시킨 것이 본 연구의 결과라고 할 수 있다.

본래의 목표는 생체인식정보를 개인신용카드등에 저장 하여, 그 신용카드가 타인에 의해 오남용되는 것을 방지 하기 위해 생체인식기술을 접목시키고자 시도였으나 IC 카드 내부의 데이터 저장 용량의 한계와 COS(Card Operating System)의 프로토콜 분석 미비로 인해 개인 인식 번호를 기준으로 DB를 구성하여 인증시스템을 구성 하였다.

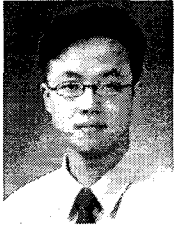
현재는 4개의 고립어 인식을 통한 인증처리를 하지만, 차후에는 화자의 자연어 음성을 통한 음성인식을 하여 사용의 편의성을 높이고, HMM(Hidden Markov Model)을 통해 인식률을 향상시킬 계획이며, 또한 안면 인식과 홍채 인식을 위해 사용자가 스스로 위치와 자세를 수정 해야 하는 현재의 시스템을 자동으로 위치를 추정하여 필요한 영상을 획득 기능을 추가할 계획이다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 일반기업의 출입용 문에서부터 은행이나, 금융기관, 보안을 요하는 중요 개발기관, 정보기관등에서 사용될 수 있으며, 본 시스템의 지속적인 개발과 성능향상으로 차후 컴퓨터의 기본적인 장비(카메라와 마이크)와 네트워크를 기반으로 인터넷상의 전자상거래 분야에서 원격 결제 및 인증 시스템의 기반을 구축할 수 있을 것이다.

접수일자 : 2001. 3. 11      수정완료 : 2002. 5. 9

## 참고문헌

- [1] Daugman, J.G. "High confidence visual recognition of Persons By a Test of Statistical Independence" IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence 15(1993), pp. 1148-1161
- [2] Yong Zhu, Tieniu Tan and Yunhong Wang "Biometrics Personal Identification Based on Iris Pattern" 15th International Conference on Patteren Recognition, IEEE Computer Society Vol.2, pp.805-808, September 3-7, 2000
- [3] Simon Haykin , "Neural Networks" Macmillan Publishing Company, pp.374-382, 1994
- [4] 서석배, 유영달, 강대성, 김대진, "GHA를 이용한 영상 정합기법", 제 10mvd 정보통신 합동 학술대회, 2000.
- [5] 주동현, 엄동훈, 고기영, 김두영, "GHA를 이용한 홍채 패턴기반의 사용자 인증 시스템에 관한 연구" 한국 신호처리 시스템 학회 하계 논문발표대회 pp205-208, 2001
- [6] 조성원, 성혁인 "Wavelet변환과 개선된 신경회로망을 이용한 홍채인식", 한국전기학회 컴퓨터 및 인공지능 시스템 논문집, 1998.
- [7] M. T. Vo, A. Waibel "Multimodal Human - Computer Interaction," Proceedings ISSD-93, pp. 95-101. 1993
- [8] 오영환 "음성언어 정보처리" 홍릉과학 출판사 pp. 29-32



주동현(Dong-Hyun Ju)

準會員

2000년 동아대학교 전자공학과  
공학사

2002년 동아대학교 전자공학과  
공학석사

2002년 3월~현재 동아대학교 전자공학과 박사과정

관심분야: 컴퓨터 비전, 패턴인식, Biometrics



김두영(Doo-Young Kim)

正會員

1972년 부산대학교 전자공학과  
공학사

1975년 부산대학교 전자공학과  
공학석사

1983년 경북대학교 전자공학과  
박사수료

1977년~현재 동아대학교 전자공학과 교수

1998년~1999년 대한 전자공학회 부산경남지부장

2000년 8월~현재 한국 신호처리·시스템 학회장

관심분야: 디지털 신호처리, 영상 처리 및 컴퓨터 비전,  
신경망 등

---