

# PDA를 이용한 실시간 얼굴인식 시스템 구현

## Real-Time Face Recognition System using PDA

권만준 · 양동화 · 고현주 · 김진환\* · 전명근\*

Man-Jun Kwon, Dong Hwa Yang, Hyoun-Joo Go, Jin Whan Kim, Myung-Geun Chun

충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

Chungbuk National University, School of Electrical and Computer Engineering

\*영산대학교 컴퓨터학부

\*Yongsan University, School of Computer

### 요 약

본 논문은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 기반에서의 온라인 얼굴인식 시스템 구현을 기술한다. 구현된 시스템은 CMOS 카메라를 장착한 PDA를 이용하여 얼굴영상을 획득하고 이 영상을 무선랜을 이용하여 인증 서버로 전송하여 서버로부터 인증된 결과를 받도록 하였다. 먼저 클라이언트 측인 PDA에서는 등록과 인증을 확인할 수 있도록 임베디드 비주얼 프로그램으로 사용자 인터페이스를 구축하고, 서버 영역에서는 얼굴인식에서 탁월한 성능을 보이는 PCA와 LDA 알고리즘을 사용하여 PDA로부터 전송받은 얼굴 데이터를 학습하고 인식한 결과를 재전송하는 부분이 구현되었다. 시스템 구현에서 실시간성을 확보하기 위해 PDA에서는 영상에 웨이블릿을 이용하여 압축한 뒤 압축률 효과가 좋은 JPG 형식의 데이터로 서버에 전송하였다. 본 논문에서 구현한 시스템은 학습과정에서 미리 구한 고유값을 이용하여 테스트 얼굴영상을 같은 공간에 투영시켜 서로간의 유사도를 비교하도록 하여 얼굴인식 속도 및 성능을 개선하였다.

### Abstract

In this paper, we describe an implementation of real-time face recognition system under ubiquitous computing environments. First, face image is captured by PDA with CMOS camera and then this image with user ID and name is transmitted via WLAN(Wireless LAN) to the server and finally PDA receives verification result from the server. The proposed system consists of server and client parts. Server uses PCA and LDA algorithm which calculates eigenvector and eigenvalue matrices using the face images from the PDA at enrollment process. And then, it sends recognition result using Euclidean distance at verification process. Here, captured image is first compressed by the wavelet transform and sent as JPG format for real-time processing. Implemented system makes an improvement of the speed and performance by comparing Euclidean distance with previously calculated eigenvector and eigenvalue matrices in the learning process.

**Key Words** : 유비쿼터스(Ubiquitous), PDA(Personal digital assistants), 얼굴인식(Face recognition), 선형판별분석기법(Linear Discriminant analysis)

## 1. 서 론

미국의 복사기 제조회사인 제록스의 연구소장인 마크 와 아저가 1988년 논문에서 제3의 정보혁명을 일으킬 주역으로 '유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)'이라는 용어를 처음 사용한 것으로 알려져 있으며, 우리나라는 최근 'IT839 전략'으로 명명된 계획에서 2007년까지 유비쿼터스 사회 진입을 위한 'u-Korea' 추진 전략을 최근 발표했다.

유비쿼터스는 언제 어디서나 네트워크에 접속할 수 있는, 즉 우리의 모든 일상이 네트워크로 연결되어 있는 상태를 의

미한다. 유비쿼터스는 정보통신분야에서 '유비쿼터스 컴퓨팅'이나 '유비쿼터스 네트워크'처럼 유비쿼터스화 되고 있는 새로운 IT환경 또는 IT패러다임의 의미로 받아들이고 있다 [1]. 유비쿼터스의 5대 핵심 요소 기술로서 센서, 프로세서, 커뮤니케이션, 인터페이스, 보안 기술이 필요한데, 무엇보다도 유비쿼터스 네트워크 상황에서 정보가 도처에 존재함에 따른 정보 보안 및 프라이버시의 중요성이 강조되고 있다. 이에 유비쿼터스 환경에서 정보 보안의 취약성을 극복하기 위해 기밀성(Confidentiality)과 인증성(Authentication), 무결성(Integrity) 등이 요구되며, 인증수단으로 생체정보를 인증에 활용하는 방안이 활발하게 적용되고 있다. 서명용 패드를 PC에 연결시켜 서명을 받는 방식 또는 휴대폰에 센서를 부착해 공중에 하는 서명을 3차원 인식하는 기술, 지문센서를 휴대폰에 탑재하여 인식하는 기술 등이 개발되고 있으나 센서를 부착해야 하는 번거로움이 있다[2][3].

이에 본 논문은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 기반에서의 온라인 얼굴인식 시스템 구현을 기술한 것으로, 구현된 시스템은 CMOS 카메라를 장착한 PDA를 이용하여 얼굴영상을 획득

\* : 교신저자

접수일자 : 2005년 6월 1일

완료일자 : 2005년 9월 1일

본 연구는 중소기업 기술혁신 개발 사업의 지원으로 수행 되었음.

하고 이 영상을 무선랜을 이용하여 인증 서버로 전송하여 서버로부터 인증된 결과를 받도록 하였다. 구현한 얼굴 인식 시스템의 구성은 두 부분으로 나눌 수 있는데, 먼저 클라이언트 부분인 PDA에서는 임베디드 비주얼 C++로 작성된 사용자 인터페이스 프로그램을 통하여 사용자 등록과 인증 과정을 수행한다. 그리고, 서버 부분에서는 얼굴인식에서 탁월한 성능을 보이는 PCA와 LDA 알고리즘을 사용하였고, 등록 과정에서 PDA로부터 전송받은 얼굴 데이터들을 전송받아 학습하여 고유벡터를 구하였다. 또한, 테스트 영상을 제외한 모든 비교 영상에 대해서 고유벡터를 이용하여 같은 영상 공간으로 미리 변형을 시켜 놓은 뒤 인증 과정에서 입력된 테스트 데이터를 고유벡터를 이용한 같은 영상 공간으로 투영시켜 비교 영상과의 거리를 구하여 인증 결과를 구하도록 한다.

본 논문의 구성은 2장에서 구현된 시스템을 클라이언트 부분과 네트워크 부분, 그리고 서버 부분으로 나누어 시스템 구성에 대해서 기술하였으며, 3장에서는 얼굴 인식을 위한 PCA와 LDA 알고리즘에 대해서 기술하였다. 4장에서는 구현한 시스템의 실험 및 고찰을 설명하였으며, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 시스템 구성

### 2.1 시스템 구성도

본 논문에서 구현한 얼굴인식 시스템의 구성은 두 부분으로 나누어진다. 먼저 클라이언트 측인 PDA에서는 등록과 인증을 확인할 수 있도록 임베디드 비주얼 C++ 언어를 사용하여 사용자 인터페이스 프로그램을 작성하였다. 그리고 서버 부분에서는 얼굴인식에서 탁월한 성능을 보이는 PCA와 LDA 알고리즘을 사용하여 PDA로부터 전송받은 얼굴 데이터를 등록 과정에서 학습하여, 인식 과정에서 미리 계산된 고유값과 고유벡터를 이용하여 테스트 영상과 비교 영상을 같은 공간으로 투영시켜 서로의 거리를 비교하여 그 결과를 재전송하도록 하였다. 구현된 전체적인 시스템의 구성도는 그림 1과 같다.

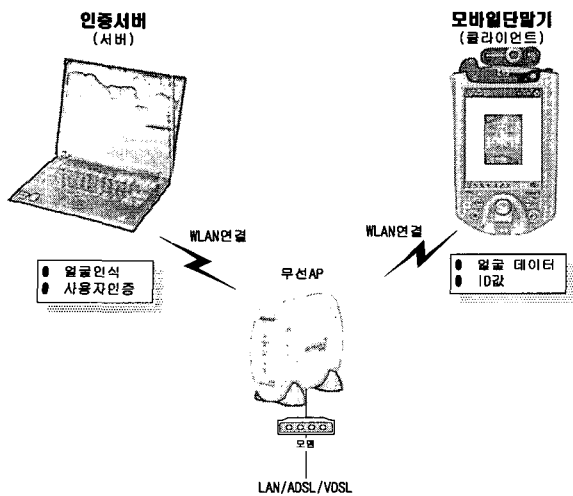


그림 1. 시스템 구성도

모바일 단말기의 단말기 설정 단계에서 부여한 사용자 ID와 카메라를 이용하여 얼굴 데이터를 획득하고, 획득한 영상

은 적절한 영상 처리 단계를 거친 뒤 무선AP 장치를 이용하여 무선으로 인증 서버로 전송된다. 인증 서버에 전송된 영상은 얼굴인식 알고리즘에 의해 등록 또는 인증 과정을 실행한다. 클라이언트와 서버 부분의 상세한 영상 처리 내용은 추후에 기술한다.

본 연구에서 구현된 인증 시스템의 클라이언트 부분인 PDA는 마이크로소프트의 임베디드 비주얼 C++ 언어를 사용하여 사용자 인터페이스를 구현하였으며, 무선 AP를 통한 데이터 전송 과정에서는 윈도우 소켓 프로그래밍으로 구현하였다. 그리고 인증 서버에서는 마이크로소프트 MFC 기반의 마이크로소프트 비주얼 C++로 인증 서버 프로그램을 구현하였다.

### 2.2 클라이언트 영역

그림 2는 클라이언트 프로그램 구성도를 나타내었다.

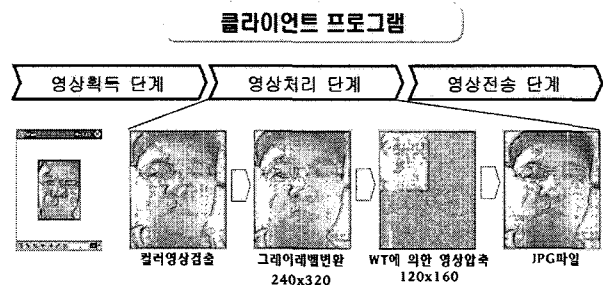


그림 2. 클라이언트 프로그램 구성도

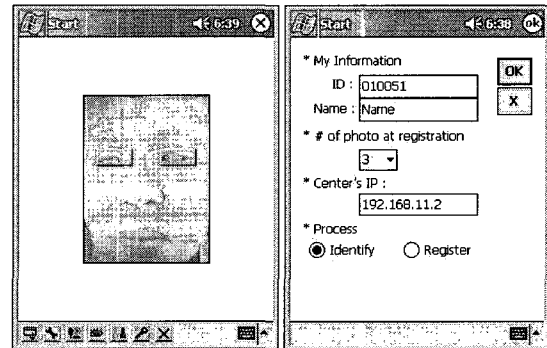


그림 3. PDA의 얼굴 획득 및 설정화면

클라이언트 영역은 얼굴 영상획득 단계와 영상에 대한 영상처리 단계, 그리고 영상전송 단계로 나누어진다. 얼굴 영상획득 단계에서는 PDA에 장착한 CMOS 카메라를 이용하여 클라이언트 인터페이스 프로그램에서 영상을 획득한다. PDA에서 얼굴 영상을 획득할 때 얼굴 인식 단계에서 인식률에 많은 영향을 미치는 배경에 대한 효과를 최소화하기 위해 사용자의 눈을 적절한 위치에 맞추도록 하였으며, 그림 3과 같이 PDA의 얼굴 획득 및 설정화면을 나타내었다. 설정화면에서는 사용자에 대한 ID와 이름 정보를 설정할 수 있으며, 등록 과정 또는 인증 과정을 구분할 수 있다. 등록 과정에서는 등록할 얼굴 영상의 개수를 3~5장까지 설정할 수 있으며, 설정화면에서는 서버에 대한 정보로 IP를 입력하여 설정한다.

획득한 얼굴 영상의 크기는 240 X 320 이며, 영상포맷은 비트맵 파일이다. PCA와 LDA 알고리즘을 적용하기 위해 X축과 Y축의 벡터크기를 맞추어 주기 위하여 최종적으로 128

X128로 크기 조정을 한다[3]. 상대적으로 서버에 비해 처리 속도가 느리고 또한 제한된 메모리를 가지고 있는 PDA 단말기에서는 실시간 얼굴 인식의 중요한 부분인 빠른 전송을 위해 파일 크기가 문제가 된다. 이를 위해 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)을 통하여 영상의 크기를 1/4로 축소하였다. 웨이블릿 변환은 비 주기적인 신호 분리가 가능한 기저함수를 사용하여 신호를 해석하는 것으로 신호를 형성하고 있는 주파수가 다른 두 개의 사인함수와 하나의 델타함수를 시간-스케일 공간에 정확하게 분리해 낸다. 또한 웨이블릿 변환은 직교변환의 일종으로서 식(1)과 같이 정의 할 수 있으며, 시평면 신호  $x(t)$ 에 대하여 다중 윈도우 기능을 제공함으로써 다중분해능 해석을 가능하게 한다[4][5].

$$CWT_x(\tau, a) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int x(t)h\left(\frac{t-\tau}{a}\right)dt \quad (1)$$

$$x(t) = c \int_{a>0} \int CWT(\tau, a)h_{a,\tau}(t) \frac{dad\tau}{a^2} \quad (2)$$

2차원의 경우 웨이블릿은 아주 작은 비트 율로 정보를 표현함에도 불구하고 영상의 전체적인 정보뿐만 아니라 에지와 같은 미세한 정보도 스케일 계수로 모두 유지 시킬 수 있다. 따라서 계수들이 변환 전 영상의 위치 정보를 포함하기 때문에 사용자가 원하는 영상정보를 변환 후에도 유지 시킬 수 있다[6][7].

웨이블릿 변환 후 BMP포맷의 영상을 보다 압축률이 좋은 JPG포맷으로 압축을 한다. 실제로 JPG포맷으로 압축한 결과 실제 영상크기의 1/10의 크기로 압축되어 전송할 때 뛰어난 전송 성능을 보여주었다[8].

클라이언트의 영상전송 단계에서는 등록 과정인지 인증 과정인지에 대한 정보와 사용자의 ID와 이름 그리고 획득한 영상 정보를 서버 측에 보내고 그 결과를 받을 때 까지 대기 상태에 들어간다. 서버로부터 응답이 있는 경우에 성공 여부에 대한 결과를 화면에 표시하거나 응답이 없는 경우에는 정해진 시간 이후에 자동 오류가 발생하도록 하였다.

### 2.3 서버 영역

그림 4는 서버 프로그램의 구성도로서 서버영역으로 전송된 얼굴 영상을 등록 및 인식과정으로 구분하여 구현하였으며, 등록과정은 클라이언트로부터 3~5장의 얼굴영상을 전송

받아 기존 데이터베이스에 저장된 영상과 함께 PCA, LDA 알고리즘을 재실행하여 고유값과 고유벡터를 구하여 새로운 얼굴 영상 데이터베이스를 갱신한다.

새로운 데이터베이스로의 갱신과 함께 인증과정에서의 속도를 향상시키기 위해서 테스트 영상을 제외한 모든 학습영상에 대해 고유값과 고유벡터를 이용하여 같은 공간으로 투영을 시킨다. 인증과정은 인증을 위한 테스트 얼굴 영상이 전송되면 등록단계에서 구해둔 고유값과 고유벡터를 이용하여 같은 공간으로 투영을 시키고, 테스트 영상과 등록된 모든 영상들 간의 Euclidean 거리를 구하여 거리가 작은 순으로 4개를 선정한 뒤 거리가 최소가 되는 영상을 기준으로 인증결과를 클라이언트에게 전송하며, 거리가 최소가 되는 4개의 영상을 구한 이유는 판정 결과에 대하여 서버 측에서 표시하기 위함이다.

### 3. LDA를 이용한 Fisherfaces 방법

얼굴 인식에서 주성분 분석 기법은 학습영상의 2차 통계적 특성을 이용하여 학습영상의 전체적인 특성을 표현하는 직교기저영상인 고유 얼굴로 분해할 수 있으며 이 고유 얼굴의 선형조합으로 임의의 얼굴 영상을 표현하는 방법으로 입력 데이터를 저차원의 데이터로 표현하는 효과적인 방법이다 [9][10].

선형판별분석 방법은 클래스 내의 분산을 나타내는 행렬(Within-Scatter Matrix)과 클래스 간 분산을 나타내는 행렬(Between-Scatter Matrix)의 비율이 최대가 되도록 하는 선형 변환 방법이다. PCA 방법은 영상 공간에서 저차원의 특징 공간으로의 선형 사영을 기초로 하므로 전체 데이터베이스의 모든 얼굴 영상을 최대화하는 사영 방향을 찾아낸다. 그렇기 때문에 조명 조건과 얼굴 표정의 변화로 생기는 원하지 않는 변화도 포함되게 된다. 이러한 이유로 PCA 방법은 저차원의 기저벡터로부터 복원을 하는 관점에서는 최적의 방법이지만 조명이나 표정변화가 있는 얼굴영상의 식별, 인식에서는 Fisherfaces가 우수한 인식성능을 나타내고 있다.

본 논문에서는 PCA를 이용하여 영상의 차원을 축소한 후 LDA(Linear Discriminant Analysis)를 기반으로 Fisherfaces을 효율적인 인식방법으로 현재 얼굴인식에서 많이 연구되어지고 있다. Fisherfaces를 이용한 방법에 대한 알고리즘을 살펴보면 다음과 같다. Between-Scatter 행렬  $S_B$ 는 식(3)과 같이 표현된다[11].

$$S_B = \sum_{k=1}^c N_k(\mu_k - \mu)(\mu_k - \mu)^T \quad (3)$$

여기서  $N_k$ 는 클래스  $k$ 내의 데이터 수이고,  $\mu_k$ 는 클래스  $k$ 내에서 평균 영상이며  $c$ 는 클래스의 수이다. within-scatter 행렬  $S_W$ 는  $x_i$ 가 학습영상이라 할 때 식(4)와 같이 표현된다.

$$S_W = \sum_{k=1}^c \sum_{x_i \in c_k} (x_i - \mu_k)(x_i - \mu_k)^T \quad (4)$$

만약에  $S_W$ 가 정칙(nonsingular)이라면, 최적의 투영  $W_{opt}$ 는 식(5)과 같이 투영된 샘플의 Within-class scatter 행렬의 행렬식에 대한 Between-class scatter 행렬의 행렬식의 비율을 최대로 하는 정규직교 열을 가진 행렬로서 선택되어진다.

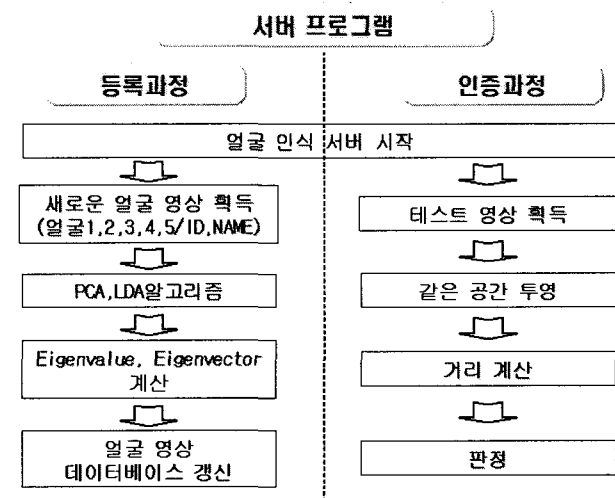


그림 4. 서버 프로그램의 구성도

$$W_{opt} = \arg \max_w \frac{|W^T S_B W|}{|W^T S_W W|} \quad (5)$$

여기서  $\{w_i, i=1, 2, \dots, m\}$ 는  $m$ 개의 가장 큰 일반화된 고유치에 대응되는  $S_B$ 와  $S_W$ 의 일반화된 고유벡터의 집합이다. 이것은 식(6)에 의해 나타내어진다.

$$S_B w_i = \lambda S_W w_i \quad (6)$$

행렬  $W_{opt}$ 의 열벡터가 Fisherfaces가 되며,  $S_W$ 는 Rank가  $P - c$ 개 존재( $P$ : 영상의 수,  $c$ : 클래스의 수)하고, 일반적으로 학습영상의 수는 각 영상에서 픽셀의 수  $n$ 보다 작기 때문에 투영된 샘플의 within-scatter 행렬은 항상 비 정칙(singular)이다. 따라서, 최적의 투영  $pt$ 를 계산하기 전에 within-scatter 행렬  $S_W$ 가 정칙이 되도록 PCA를 이용하여 영상집합을 저차원 공간으로 투영함으로써 위 문제를 해결 할 수 있다[12].

#### 4. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 시스템의 실험환경을 표 1과 같이 나타내었으며, 구현된 시스템을 그림 5와 같이 나타내었다.

표 1. 제안한 시스템의 실험 환경

구분	서버	클라이언트
H/W	Centrino 1.6G, 512RAM	HP iPAQ H5450
O/S	Window XP	Pocket PC2002
Language	Visual C++(MFC)	Embedded Visual C++
AP(Access Point)	Buffalo Air Station 무선 AP	
기타	Camera : FlyCAM-SD	

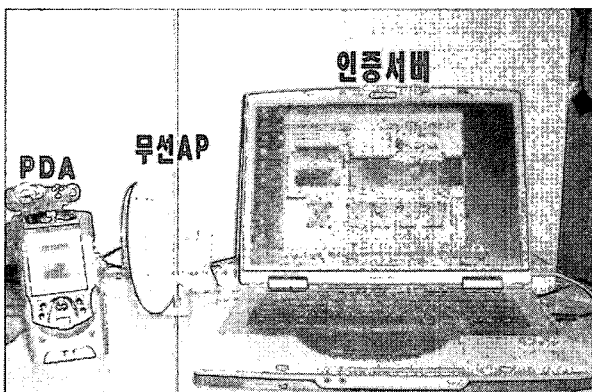


그림 5. 구현된 시스템

실험에 사용한 학습 데이터는 55명의 얼굴영상에 대하여 각각 3장을 등록 얼굴 영상으로 사용하였고, 테스트는 PDA에서 전송되는 얼굴 영상을 이용하였다. 본 논문에서 구현한 시스템은 학습과정에서 미리 구한 고유 값을 이용하여 테스트 얼굴영상을 같은 공간에 투영시켜 서로간의 유사도를 비교하였으며, 그림 6과 같이 서버의 인증화면을 나타내었다.



그림 6. 서버의 인증화면

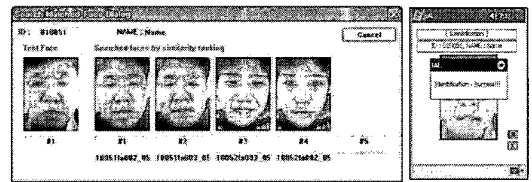


그림 7. 서버 매칭도와 PDA 인증결과

위의 그림 7은 실제로 PDA에서 전송한 얼굴영상이 서버의 학습영상과 비교하여 매칭도가 높은 4개를 랭킹하고 가장 매칭도가 매칭도 비율에 따라 인증을 하여 PDA에 재전송한 결과로 서버 매칭도와 PDA 인증결과를 나타내고 있으며, 등록할 때 학습에 따른 알고리즘 속도는 다소 느리지만 인증할 때의 시간은 2초 내외로 아주 빠른 시스템임이 입증 되었다. 그림 8은 단계별 소요시간 측정결과를 보이고 있다.

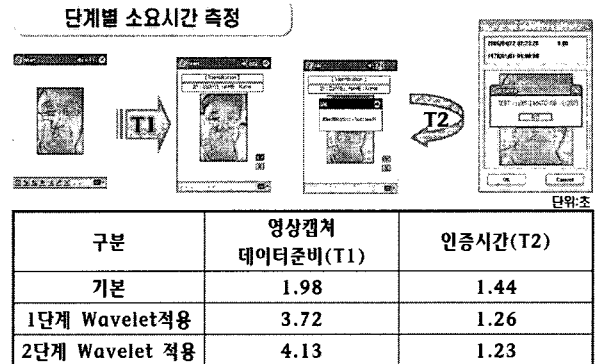


그림 8. 단계별 소요시간 측정결과

#### 5. 결 론

유비쿼터스 환경에서의 PDA를 이용한 실시간 얼굴 인식 시스템은 다음의 두 가지 조건을 만족하여야 한다. 첫째는 실제 생활에서 사용되기 위해서는 클라이언트와 서버간의 유기적인 결합으로 빠른 전송과 인식으로 인해 사용자의 기다림을 최소화 시켜야한다. 따라서 본 논문은 온라인 얼굴 시스템에서 가장 중요한 부분인 데이터 량이 많은 특징인 얼굴 영상을 빠른 전송과 동시에 빠른 인식을 위해, 실시간성을 확보하기 위해 PDA에서는 영상을 웨이블릿 통한 1/4 또는

1/16의 크기로 압축한 뒤 BMP에 비해 압축률 효과가 좋은 JPG 형식의 데이터로 서버에 전송하였다. 또한 서버에서 학습 및 인식을 위해 차원을 축소하는 PCA를 이용하였다. 두 번째는 실제로 사용자가 얼굴 영상을 획득하는 환경은 빛과 배경이 다양하므로 배경의 효과를 최소로 하도록 눈의 위치를 조정하도록 하였다. 본 연구에서 이용한 LDA 알고리즘은 얼굴 인식 분야에서 빛에 강인한 알고리즘으로 많이 알려져 있다. 결과적으로 본 논문에서 구현한 시스템은 온라인 얼굴 인식에서 중요한 두 가지 조건인 얼굴인식 속도 및 성능을 개선하였다.

따라서 구현된 시스템을 확장한다면 한 명만 등록해 놓고 여러 명이 아이디를 돌려가며 사용해 생기는 사이버 교육 컨텐츠 제공 업체의 수익 감소 문제를 해결 할 수 있으며, 대학 또는 사이버 교육의 대리 출석 문제를 근본적으로 해결 할 수 있다. 또한 뱅크온 같은 금융권, 모바일쇼핑 등에 적용 가능한 얼굴 인식 시스템임을 확인 할 수 있었다.

향후 과제로는 PDA에서 다양한 인식 알고리즘의 적용으로 더 최적화된 시스템을 구축하고, 실험결과에 대한 신뢰성을 높이기 위해 많은 데이터의 실험이 요구되며, PDA에서 적용 가능한 서명인식 시스템과 융합하여 다중생체인식 시스템을 개발을 목표로 하고 있다. 그리고 진정한 유비쿼터스 환경에 데이터를 보호하기 위해서는 암호화 알고리즘이 함께 적용되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] 리처드헌터, "유비쿼터스 : 공유와 감시의 두 얼굴" 21세기북스, 2003.  
 [2] 고헌주, 김형배, 양동화, 전명근, "유비쿼터스 환경을 이용한 얼굴인식", 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2004, Vol. 14, No. 4, pp. 431-437  
 [3] 박윤재, 김형민, 고헌주, 전명근, "LDA를 이용한 실시간 얼굴인식 시스템 구현", 정보과학회 춘계학술 발표대회 논문집, Vol. 31, No.1, 2004.  
 [4] J. T. Chien, and C. C. Wu, "Discriminant waveletfaces and nearest feature classifiers for face recognition," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 24-2, pp. 1644-1649, 2002.  
 [5] Burrus, Gopinath, Guo, "Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms A Primer" Prentice-Hall International, Inc, 1998.  
 [6] 이경아, 이대중, 박장환, 전명근, "웨이블렛 계수와 Hidden Markov Model을 이용한 얼굴 인식 기법," 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지 Vol.13, No. 6, pp.673-678, 2003.  
 [7] Hyoun-Joo Go, Keun-Chang Kwak, Dae-Jong Lee, Myung-Geun Chun, "Emotion Recognition From the Facial Image and Speech Signal," SICE Annual Conference, August 4-6, 2003  
 [8] 하근희, 김도년, 조동섭 "Interleaving DCT를 이용한 JPEG 이미지의 블록킹 현상 감소", 한국 퍼지 및 지능시스템학회 춘계학술대회 논문집, pp.153-156, 1998  
 [9] M. Turk, A. Pentland, "Eigenfaces for recognition", Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 3, No. 1,

pp. 71-86, 1991  
 [10] 광근창, 고헌주, 전명근, "퍼지소속도를 갖는 Fisherface 방법을 이용한 얼굴인식", 정보과학회 논문지 : 소프트웨어 및 응용, Vol.31, No.6, pp.784-791, 2004.  
 [11] P. Belhumeur, J. Hespanha, D. Kriegman, "Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 7, pp. 711-720, 1997.  
 [12] Marian Stewart Bartlett, Javier R. Movellan, Terrence J. Sejnowski "Face Recognition by Independent Component Analysis" IEEE Transactions on neural networks, VOL.13, No.6, pp. 1450-1464, 2002.

## 저 자 소 개



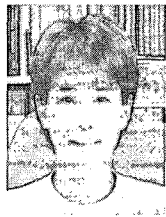
**권만준(Man-Jun Kwon)**  
 1989년 : 부산대 전자공학과 학사졸업.  
 1991년 : 한국과학기술원  
 전기및전자공학과 (공학석사)  
 2003년~현재 : 충북대 제어계측공학과  
 박사과정.

관심분야 : 퍼지이론, 생체인식, 얼굴인식, 임베디드 프로그래밍  
 Phone : 041-939-3186  
 Fax : 041-932-6173  
 E-mail : mjkwonkr@yahoo.co.kr



**양동화(Dong Hwa Yang)**  
 2002년 : 계명대학교 건축공학과(학사)  
 2004년~현재 : 충북대학교 제어계측공학과 석사과정

관심분야 : 지문인식, 음성인식, 서명인식, 임베디드 프로그래밍



**고현주(Hyoun Joo Go)**  
 1999년 : 한밭대학교 제어계측공학과(학사)  
 2002년 : 충북대학교 제어계측공학과 (공학석사)  
 2002년~현재 : 충북대학교 제어계측공학과 박사과정

관심분야 : Biometrics, Computer vision,



**김진환(Jin-Whan Kim)**

1989년 : 부산대학교 전산통계학과(학사)  
1992년 : 연세대학교 컴퓨터과학과(석사)  
2002년 : 부산대학교 전자계산학과  
박사수료  
2003~현재 : 영산대학교 컴퓨터학부 교수  
2001~현재 : (주)마이그룹 대표이사

관심분야 : 서명인식, 온라인 문자인식, 음성합성



**전명근(Myung Geun Chun)**

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 전기전자 컴퓨터공학부 교수

관심분야 : Biometrics, 감정인식, 지능시스템