

얼굴 생체 특징을 이용한 인증 시스템의 제안과 구현

Proposal and Implementation of Authentication System Using Human Face Biometric Features

조동욱

충북과학기술대학 정보통신학과

신승수

(주)사이젠텍

Dong-Uk Cho (ducho@ctech.ac.kr)

Dept. of Information & Communications Engineering,
Chungbuk Provincial Univ. of Science & Technology

Seung-Soo Shin (shinss@chungbuk.ac.kr)

Cyzentech Co., Ltd. Lab.

중심어 : 생체 인증, 퍼지관계행렬, 유사도 측정

Keyword : Biometric Authentication, Fuzzy Relation Matrix, Similarity Measures

요 약

기존의 토큰 기반이나 지식 기반 또는 이 둘을 결합한 하이브리드 방식은 분실, 도청 등의 문제점을 내포하고 있다. 이를 위해 본 논문에서는 보안성과 편리성이 뛰어난 생체 인증 방법을 이용한 인증 시스템에 대해 다룬다. 특히 생체 특징중 강제성이 없고 비접촉식은 얼굴 생체 특징을 이용한 인증 시스템에 대해 제안하고자 한다. 우선 Y-히스토그램을 통해 얼굴의 각 영역들을 분리해 내고 좌표 변환에 의해 기울어진 얼굴 영상에 대한 처리와 카메라 위치에 불변한 스케일링을 행한다. 그후 각 얼굴 요소들간의 거리와 이루는 각 등과 같은 특징점을 추출하고 퍼지 관계 행렬을 통해 유사도를 측정한다. 끝으로 실험을 통해 본 논문의 유용성을 입증하고자 한다.

Abstract

Pre-existing authentication system such as token based method, knowledge-based method and hybrid method have problems such as loss and wiretapping. For this, this paper describes the biometric authentication system which have the excellent convenience and security. In particular, a new biometric system by human face biometric features which have the non-enforcement and non-touch measurement is proposed. Firstly, facial features are extracted by Y- histogram and tilted face images are corrected by coordinate transformation and scaling has done for achieving independent of the camera positions. Secondly, feature vectors are extracted such as distance and intersection angles and similarities are measured by fuzzy relation matrix. Finally, the effectiveness of this paper is demonstrated by experiments.

I. 서론

생체 인증 (Biometric Authentication)이란 개인의 신체적, 행동학적 특징을 이용하여 개인을 자동으로 인증하는 기술을 말한다. 이 때 생체 특징으로는 지문, 얼굴, 홍채, 망막, 정맥, 손 등을 이용한 생체학적 특징과 서명, 키보드 다이 나믹스, 걸음걸이 (gait) 등을 이용한 행동학적 특징이 있다 [1]~[3]. 기존의 인증 방법은 보통 토큰이나 개인의 지식에

기반하고 있는데 이는 아래 표 1에서 알 수 있듯이 분실, 도난, 위조와 도청 그리고 패스워드 등을 잊어버리게 되면 인증이 안되는 문제 등을 가지고 있기 때문에 이를 해결하기 위해 보안성과 편리성이 뛰어난 생체 인증 기법이 사용 되게 되었다.

그러나 생체학적 특징을 이용한 생체 인증 방법중 가장 우수한 방법이 얼굴을 이용한 방법이다. 왜냐하면 이는 지 문이나 음성 인식처럼 생물학적 특징을 이용하기 때문에

위조가 용이치 않고 지문과 달리 기기에 접촉할 필요가 없고, 음성처럼 마이크에 가까이 가서 이야기할 필요가 없고 소음이 많은 장소에서도 충분히 인식이 가능하다는 장점이 있다[4],[5].

표 1. 인증 방법에 대한 비교표

	토큰 기반	지식 기반	토큰+지식	생체 인증
특징	• 개인화된 토큰이용	• 개인만의 암호 이용	• 토큰과 암호 동시 사용	• 생체 정보 이용
장점	• 인증간단 • 재발급 가능	• 복수개 암호 설정가능 • 휴대성 없음 • 변경 용이	• 개선된 보안성	• 보안성 • 편리성
단점	• 분실, 도난, 위조 • 휴대 불편	• 도청 • 무작위 시도 • 잊어버림	• 불편	• 단일 • 교체 불가능 • 생체 특징 손실시 성능 저하
예	• ID카드 • 패스포트	• 패스워드 • PIN	• 결합형식	• 지문, 얼굴, 홍채, 서명 등

따라서 얼굴 생체 특징을 이용한 방법이 가장 좋은 접근 방식이라 여겨진다. 이를 위해 많은 연구가 수행되어 왔다 [6]~[10]. 또한 얼굴 인증을 위해서는 우선적으로 얼굴 영역을 추출해야 하는데 이를 위해 색상 정보, 움직임 정보, 모양 정보 등을 이용한 방법들이 존재한다. 이중 색상 정보는 인간의 얼굴이 가지는 고유의 색상을 이용하는 것으로 인종이나 개인마다 편차를 가지고 있다는 문제점이 존재한다. 또한 움직임 정보는 동영상에서 처리해야 하기 때문에 처리 시간의 과다와 출입구나 엑세스 등의 권한에 대한 인증에는 취약한 면이 있다. 따라서 본 논문에서는 이를 위해 미분연산자에 의해 추출된 경계선에 대해 Y-히스토그램을 이용하여 눈, 코, 입 등과 같은 얼굴의 특징 영역을 추출한다. 아울러 고개를 비스듬히 찍은 영상 등을 처리하기 위해 좌표 변환을 행하고 카메라 위치에 관계없는 생체 특징을 얻기 위한 스케일링을 행한다. 이 후 얼굴 특징 요소들 사이의 거리나 이루는 각 등을 통해 특징 벡터를 추출하여 이를 퍼지 관계 행렬로 표현하여 정합을 행하여 가중합으로 최종적인 유사도를 측정한다. 끝으로 본 논문의 유용성을 실험을 통해 입증하고자 한다

II. 얼굴을 이용한 생체 인증에 대한 고찰

아래 그림 1에 얼굴의 특징을 이용한 생체 인증 방법에 대한 전체 흐름도를 나타내었다. 이때 인증(verification)은 1:1 비교이며 인식(recognition)은 1:N 비교이다. 인식이 보다 어렵고 광범위한 작업이 되며 인증은 인식보다는 실현성이 대단히 높은 방식이라 할 수 있다. 본인 인지의 여부 확인은 인증의 방법을 택한다.

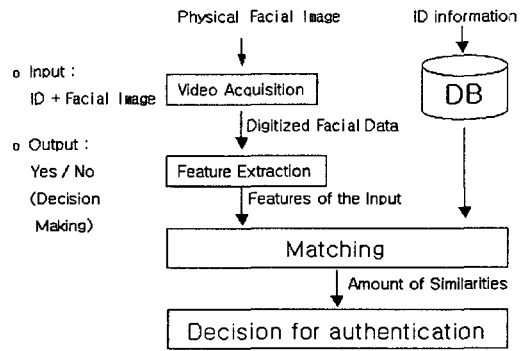


그림 1. 얼굴 생체 특징을 이용한 생체 인증 방법

아래 표 2에 얼굴 생체 특징을 이용한 생체 인증 방법에 대한 표를 나타내었다.

표 2. 얼굴 생체 특징을 이용한 생체 인증 방법

	Human Face
Measurement	Measures characteristics of facial feature patterns
Capture Methods	•still camera •Video •Thermal imaging
Features	•Can use standard video camera input •Can be used passively •Socially acceptable •Can be used with previously compiled photo DB •Not affected by skin tone, eyeglasses or expression
Considerations	•Can be affected by lighting •Update or adaptation may be useful due to changes in appearance over time •Twin harder to distinguish •600 - 3500 B identifier

이를 위해 얼굴의 특징점을 추출해야 하는데 가장 많이

사용해 왔던 방법이 원형정합, 대칭변환[11]등의 방법이다. 이 중 원형정합은 계산 시간이 많이 사용된다. 그러나 이도 영상에 적용되는 마스크의 크기가 커야 하기 때문에 많은 계산 시간이 소요되는 문제가 존재한다[12]. 이를 위해 본 논문에서는 미분연산자로 추출한 경계선에 Y-히스토그램의 누적 분포를 이용하여 처리 시간이 적게 소요되는 방법을 채택하였다. 또한 얼굴 인증을 위한 특징 벡터들로 기하학적 특징, 고립밀도지도, 질감 특징들로 분류될 수 있다. 이 중 고립밀도지도는 한정된 조명하에서만 사용되어야 하고 질감 특징은 입력 정보의 양이 많아 이를 위해 별도의 변환을 해야 한다는 문제가 존재한다[13].

따라서 본 논문은 기하학적 특징을 사용하였으며, 특징 벡터로 얼굴 각 요소들간의 거리나 이루는 각 등을 채택하였다. 최종적으로 퍼지 관계 행렬에 의해 특징 벡터값들을 표현하였으며 가중합 방식에 의해 유사도를 계산하였다.

III. 제안한 방법에 의한 생체 인증

생체를 이용한 인증 방법 중에 가장 거부감이 없는 얼굴을 이용한 생체 인증이다. 이는 1:1 확인을 통한 본인 인증으로써 사용자 인증, 여권, 신용카드, 주민등록증, 운전면허증 등 대단히 많은 곳에서 사용 가능한 방법이다[14]~[17]. 그러나 조명등의 상태에 따라 영상처리 과정 중에 상당한 영향을 받는 것이 문제로 대두되고 있다[18]. 본 논문에서는 정면 얼굴을 이용하여 생체 인증을 행하고 방법에 대해 제안하고자 한다.

1. 주된 특징점 추출 및 카메라 위치에 관계없는 특징 벡터 추출

본 논문에서는 얼굴의 주된 특징점으로 눈을 선정하고자 한다. 그리고 눈을 기준으로 그림 2와 같이 특징점을 선정하여 표 3과 같은 특징을 추출하고자 한다.

표 3. 주요 특징 벡터

거리요소	$P_{1,2}, P_{14,15}, P_{1,3}, P_{3,4}, P_{3,6}, P_{16,17}, P_{3,7}, P_{10}$
이루는각	$P_{2,1,3}$

얼굴의 주된 특징점인 눈을 그림 3과 같은 Y-히스토그램에서 식(1)과 같은 원형도를 계산하여 눈에 대한 정보를 추

출한다.

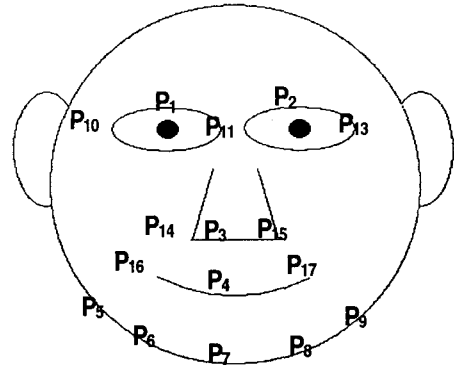


그림 2. 얼굴의 주요 특징점

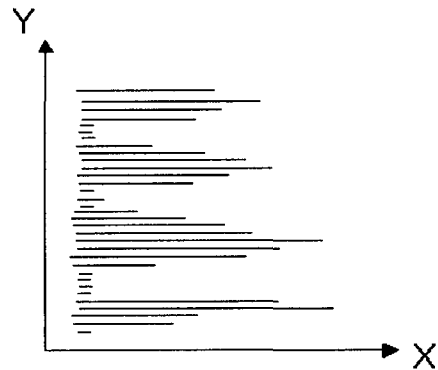


그림 3. 눈의 위치 파악을 위한 Y-히스토그램

$$e = \frac{4\pi \times (\text{면적})}{(\text{둘레의 길이})^2} \quad \text{-----} \quad (1)$$

이제 표 3과 같은 특징을 추출하기 위해서는 기운 영상을 보정하고 카메라의 위치에 관계없는 스케일링을 행해야 한다. 기운 영상의 보정은 하식 (2), (3)과 같이 행하고 카메라의 위치와 상관없는 스케일링은 하식 (4)~(11)과 같이 수행한다.

$$\text{각도 보정} \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) \quad \text{-----} \quad (2)$$

$$[x' \ y' \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ ---- (3)}$$

스케일링을 위해 직교 좌표계 xoy 를 원점 o 을 중심으로 m 배 확대시켜 얻어진 새로운 좌표계를 X, Y 라 하면 두 좌표 사이의 관계식은 (4)식과 같으며 이때

$X = mx, Y = my$ 가 되며 두 좌표계의 선요소 ds, dS 사이의 관계식은 (5)식, 그리고 이 두 좌표계 사이의 Jacobian은 (6)식과 같다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \text{ ----- (4)}$$

$$dS = \sqrt{dX^2 + dY^2} = m\sqrt{dx^2 + dy^2} = mds \text{ -- (5)}$$

$$\text{Jacobian } \frac{\partial(X, Y)}{\partial(x, y)} = m^2 \text{ ----- (6)}$$

이때 두 좌표계의 면적요소 $dxdy, dXdY$ 사이의 관계식은 (7)식과 같으며 직교좌표계 xoy 를 원점 O 를 중심으로 각 θ 만큼 회전하여 얻어진 새로운 좌표계 XOY 는 (8)식과 같다.

$$dXdY = \left(\frac{\partial(X, Y)}{\partial(x, y)} \right) dxdy = m^2 dxdy \text{ --- (7)}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \text{ ----- (8)}$$

따라서 두 좌표계 선 요소 ds, dS 사이의 관계식은 (9)식과 같고 두 좌표계 면적요소 dx, dy, dX, dY 사이의 관계식은 (10), (11)식과 같다.

$$dS = \sqrt{dX^2 + dY^2} = ds \text{ ----- (9)}$$

$$\frac{\partial(X, Y)}{\partial(x, y)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial X}{\partial x} & \frac{\partial X}{\partial y} \\ \frac{\partial Y}{\partial x} & \frac{\partial Y}{\partial y} \end{bmatrix} \text{ ---- (10)}$$

$$= \begin{vmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{vmatrix} = 1$$

$$dXdY = \left(\frac{\partial(X, Y)}{\partial(x, y)} \right) dxdy = dxdy \text{ ---- (11)}$$

2. 인증을 위한 정합 과정의 수행

이제 표 3과 같은 특징 벡터를 통해 인증을 행해야 한다. 이를 위해 퍼지 관계 행렬을 정의하여 수행한다. 즉, 퍼지 관계 R 은 관계 R 이 집합 A 에서 집합 B 로의 관계를 나타낼 때 $x \in X, y \in Y$ 에 대해 $\mu_R(x, y)$ 로 나타내어지며 인증을 위해서는 행이 인식을 위한 참조 모델을, 열은 인증을 위한 표 3의 특징 벡터값이 된다. 이때 유사도의 계산은 거리와 이루는 각으로 나누어 수행하며 거리의 경우는 모델에 있는 인식 파라미터 1번 값을 10등분하여 퍼지 유사도 계산을 행한다. 또한 이루는 각에 대한 유사도는 아래 식 (12)에 의해 계산하며 최종적인 유사도는 가중합 (weighted sum)에 의해 수행한다.

$$s(x) = 1 - (A_m(x) - A_i(x)) \text{ ---- (12)}$$

여기서 $A_m(x)$ 는 모델, $A_i(x)$ 는 입력의 이루는 각을 뜻한다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서의 실험은 IBM-PC 상에서 행하였다. 실험 영상은 총 20명의 얼굴 정면 영상에 대해 사진 스튜디오와 같은 조명하에서 행하였다. 표 4이 20명의 모델에 대한 특징 벡터값 표 5는 인증을 위해 입력된 인식 파라미터 값이다. 아울러 표 6과 표 7이 이에 대한 퍼지 관계 행렬을 표 8이 유사도 계산의 결과이다.

실험 결과에서 얼굴 인증이 올바르게 수행된 것을 확인할 수 있었지만 지금 현재의 실험은 사진 스튜디오와 같은 하이라이트된 조명하에서의 실험이기 때문에 다양한 환경에서는 실험 데이터가 없다는 문제가 존재한다. 따라서 실용 가능한 얼굴 인증 시스템이 되기 위해서는 다양한 조명과 각도하에서 한 명에 대해 약 60장의 영상을 촬영하여 이에 대한 특징 벡터를 추출하여 인증을 행하는 실험과 시스템이 구축되어야 하리라 여겨진다. 지금의 시스템은 1:N의 비교가 아닌 1:1의 인증 시스템이기 때문에 데이터베이스에 저장되는 데이터가 많더라도 가능하리라 여겨진다. 또한 다양한 인증에 대한 실험, 안경 낀 영상, 수염이 있는 영상 등에 대한 알고리즘 보완과 실험 등도 지속적으로 행해야 하리라 여겨진다.

표 4. 20명의 모델에 대한 특징 벡터값

모델No	스케일링된 인식파라미터 값								
1	1.0000	0.9602	0.4404	0.8798	0.4799	0.4807	0.1514	1.0463	1.1599
2	1.0000	0.9840	0.3778	0.6792	0.3962	0.3890	0.1392	1.0810	1.0945
3	1.0000	0.9845	0.4031	0.5833	0.3666	0.4412	0.1227	0.9983	1.0677
4	1.0000	0.9325	0.4043	0.8085	0.4894	0.4852	0.1136	1.1380	1.1915
5	1.0000	0.9131	0.4380	0.6875	0.3750	0.3953	0.1136	1.1136	1.1669
6	1.0000	0.9300	0.4448	0.7407	0.3889	0.4223	0.1081	1.0079	1.0742
7	1.0000	0.9604	0.4205	0.7000	0.4200	0.4079	0.1514	1.2088	1.2202
8	1.0000	0.9342	0.4047	0.7447	0.4468	0.5115	0.1659	1.0235	1.0640
9	1.0000	0.8651	0.4407	0.6610	0.4237	0.3457	0.1153	1.1527	1.1864
10	1.0000	1.0185	0.5165	0.7222	0.3519	0.4335	0.1903	1.1731	1.2291
11	1.0000	1.0263	0.4205	0.8002	0.4480	0.4976	0.1325	1.1072	1.2802
12	1.0000	1.0679	0.4698	0.8163	0.3673	0.5113	0.2103	1.2015	1.2655
13	1.0000	1.0490	0.4535	0.7357	0.3773	0.4943	0.1812	1.1950	1.2896
14	1.0000	0.9120	0.4671	0.7109	0.3999	0.4150	0.1214	1.3002	1.3110
15	1.0000	0.9638	0.4235	0.8077	0.4615	0.4683	0.1821	1.0000	1.1156
16	1.0000	0.9821	0.4111	0.5902	0.3934	0.4374	0.1286	1.0180	1.0661
17	1.0000	0.9129	0.4166	0.7077	0.4582	0.4496	0.1136	1.1531	1.1872
18	1.0000	0.9584	0.4318	0.7059	0.4314	0.4094	0.1528	1.1852	1.1962
19	1.0000	0.9454	0.4228	0.7333	0.4889	0.4919	0.1714	1.1244	1.1336
20	1.0000	0.8413	0.4667	0.5833	0.4000	0.3563	0.1257	1.1533	1.1833

표 5. 20명의 모델에 대한 특징 벡터값

모델 No	인식파라미터 값								
1	1.0000	0.9223	0.4376	0.7002	0.3594	0.3873	0.1203	1.1245	1.1672
2	1.0000	1.0198	0.4235	0.7839	0.4472	0.4894	0.1294	1.1127	1.2783

표 6. 퍼지 관계 행렬(1번 실험용)

0	0.333	0	0	0	0.9689	0	0.667
0	0	0.473	0	1	0.9811	0.186	0
0	0	0	0.681	0	0.9976	0	0
0.777	0	0	0	0	0.9933	0.667	0.233
0.571	1	1	0.481	1	0.9933	0.667	1
1	0.333	0	0	0	0.9873	0	0
0	0.1	1	0	0.472	0.9689	0	0
0.571	0	0	0	0	0.9544	0	0
0	0.333	0.286	0	0	0.995	0.233	0.233
0	0	0.333	0.872	0	0.93	0	0
0	0.1	0	0	0	0.9878	0	0
0	0	0	0.681	0	0.91	0	0
0	0.1	0	0.281	0	0.9401	0	0
0.571	0	0.667	0	0	0.9989	0	0
0	0.33	0	0	0	0.9382	0	0
0	0	0	0	0	0.9917	0	0
0.571	0	0	0	0	0.9983	0.233	0.233
0	0.333	0.667	0	0.286	0.9621	0	0
0.1	0.1	0	0	0	0.9489	1	0.233
0	0	0	0	0	0.9946	0.233	0.333

표 7. 퍼지 관계 행렬 (2번 실험용)

0	0.1	0	0	0.555	0.978	0	0
0.1	0	0	0	0	0.9902	0.286	0
0.1	0	0	0	0	0.9933	0	0
0	0	1	0	0.716	0.9842	0.333	0
0	0.333	0	0	0	0.9842	1	0
0	0	0	0	0	0.9787	1	0
0	0.667	0	0	0	0.9780	0	0
0	0.333	0	1	0	0.9635	0	0
0	0.1	0	1	0	0.9859	0	0
1	0	0	0	0	0.9391	0	0
0.877	0.667	1	1	0.834	0.9969	0	0
0.877	0	0.4	0	0	0.9191	0	0.460
0	0	0	0	0	0.9920	0	0

표 8. 인증 결과

0.246	0.330	0.210	0.334	0.839	0.290	0.318	0.191
0.260	0.269	0.207	0.199	0.166	0.280	0.159	0.124
0.267	0.281	0.298	0.183				
Input image is a model No.5							
0.204	0.172	0.137	0.380	0.290	0.122	0.206	0.287
0.136	0.242	0.922	0.332	0.438	0.124	0.377	0.166
0.391	0.282	0.378	0.125				
Input image is a model No.11							

V. 결론

본 논문에서는 얼굴의 정면 영상을 이용한 생체 인증 방법에 대해 다루었다. 인터넷 뱅킹, 신용 카드 등에 있어 현재와 같은 ID와 패스워드를 통한 인증만으로는 네트워크 사회 구축에 치명적인 구멍이 뚫리는 상황이므로 생체 인증을 이용한 방법이 강구되지 않을 수 없다. 그 중에서도 얼굴을 이용한 생체 인증이 가장 거부감이 적은 방법이기 때문에 이에 대한 연구와 관련 산업 분야의 활성화가 시급한 실정이다. 본 논문에서는 이를 위해 얼굴 영상 인증 방법에 대해 다루었지만 앞으로 다양한 조명환경 및 각도 등에 폭넓게 적용 가능한 알고리즘 보안이 지속적으로 행해져야 하리라 여겨진다. 또한 1:1을 통한 인증이기 때문에 한 사람당 60컷 정도 정보를 축적하는 것이 올바른 접근 방식으로 여겨지며 이는 인증이며 아울러 한 명의 얼굴에 대한 정보가 3500원 분량의 정보에 해당한다는 이론에 근거한 것이라 여겨진다. 따라서 보다 많은 다양한 정보 추출에 기초한 얼굴 영상 인증 방법에 대한 알고리즘 보완과 실험 수행이 지속적으로 이루어져야 하리라 여겨진다.

참고 문헌

- [1] A. Jain, R. Bolle and S. Pankanti, Biometrics Personal Identification in Networked Society, Kluwer Academic Publisher, 1999.
- [2] 조동욱, "생체 인증과 정보 보호", 한국정보처리학회 총회 및 춘계학술대회 논문집, 2001.
- [3] J. L. Wayman, "Fundamentals of Biometric Authentication Technologies," International Journal of Image and Graphics, Vol. 1, No. 1, 2001.
- [4] Guangzheng Tang and Thomas S. Huang, "Human Face Detection in a complex Background," Pattern Recognition, Vol. 27, No. 1, 1994.
- [5] Z. Hong, "Algebraic Feature Extraction of Image for Recognition," Pattern Recognition, Vol. 24, 1991.
- [6] V. Starovoitov and D. Samal, "Matching of Faces in Camera Images and Document Photographs," Proc. IEEE Int'l Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. IV, 2000.

- [7] Henry A. Rowely, Shumeet Baluja and T마대 Kanade, "Human Face Detection in Visual Scenes," IEEE Conf. on CVPR, 1998.
- [8] Baback Moghaddam, Wasiuddin Wahid and alex Pentland," Beyond Eigen Faces : Probabilistic Matching for Face Recognition, 1998.
- [9] Demas sanger, Yoichi Miyake et al, "Algorithm for Face Extraction Based on LLip Detection," Journal of Imaging and Technology, Vol. 41, No. 1, 1997.
- [10] Eli Saber, A. Murat Tekalp, "Frontal-view Face Detection and Facial Feature Extraction Using Color, Shape and Symmetry Based Cost Function," Pattern Recognition, 1996.
- [11] Baback Moghaddam and Alex Pentland, "Maximum Likelihood Detection of Faces and Hands," Int'l Workshop on AFGR, 1995.
- [12] D. Reissfeld, H. Wolfson and Y. Yeshrun, "Detection of Interest Points Using Symmetry," Proceedings of the 3rd ICCV, 1990.
- [13] C. L. Wilson, Barnes, Chellappa and Sirihey, "Human and Machine Recognition of Face : A Survey," [www.ftp.sequoyah.ncsl/pub/nist-internal-report/ir-5465.s.z](http://ftp.sequoyah.ncsl/pub/nist-internal-report/ir-5465.s.z), 1995.
- [14] Face Recognition- From Theory to Applications, Springer, 1998.
- [15] Alex Pentland & Tanzeem Choudhury, "Face Recognition for Smart Environments," IEEE Computer, pp. 50-55, 2000년 2월.
- [16] Christopher Tyler & Richard Miller, "Computational Approaches to Face Recognition," [http://www.ski.org/cwTyler-lab/ARVO/Face Recog/Face Recog.html](http://www.ski.org/cwTyler-lab/ARVO/Face%20Recog/Face%20Recog.html), 1998.
- [17] Biometric Industry Analysis : Focus on Face Verification, Speaker Verification and Multiple Biometric Access, <http://www.biometricgroup.com>. 2000.
- [18] <http://www.ibia.org>

조 동 옥(Dong-Uk Cho)

정회원



1983년 2월 : 한양대 공대 전자공학과
(공학사)

1985년 9월 : 한양대 전자공학과
(공학석사)

1989년 2월 : 한양대 전자통신공학과
(공학박사)

2000년 3월 ~ 현재 : 충북과학대학 정보통신공학과 교수
<관심분야> : 영상처리 및 인식, 생체측정, ITS, 정보보호, 퍼지이론

신 승 수(Seung-Soo Shin)

종신회원



2001년 2월 : 충북대학교 대학원
(이학박사)

현재 : (주)사이전텍 연구소장

<관심분야> : 영상처리, 의료정보, 생체측정, ATM, 트래픽공학, 정보보호