

비대면(Untact) 업무를 위한 화상인식 PCA 사용자 인증 시스템 연구*

박종순**, 박찬길***

A Study on the PCA base Face Authentication System for Untact Work

Park jongsoon·Park chankil

〈Abstract〉

As the information age develops, Online education and Non-face-to-face work are becoming common. Telecommuting such as tele-education and video conferencing through the application of information technology is also becoming common due to the COVID-19.

Unexpected information leakage can occur online when the company conducts work remotely or holds meetings. A system to authenticate users is needed to reduce information leakage. In this study, there are various ways to authenticate remote access users. By applying burn authentication using a biometric system, a method to identify users is proposed. The method used in the study was studied the main component analysis method, which recognizes several characteristics in facial recognition and processes interrelationships. It proposed a method that can be easily utilized without additional devices by utilizing a camera connected to a computer by authenticating the user using the shape and characteristics of the face by using the PCA method.

Key Words : PCA(Principal component analysis), Untact, Authentication, Non-face-to-face Work, Online Education

I. 서론

세계적인 코로나19 대유행에 따라 기업이나 공공기관들은 출장과 오프라인 행사를 취소하거나 연기하고 있다. 기업들은 또 직원들의 건강과 업무 연속성을 위해 재택근무를 단행하고 있다. 영상회의 서비스는 커뮤니케이션과 협업, 콘텐츠 공유를 혼합해 어

디서든 비접촉 업무의 연속성을 가능하게 한다. 시장조사업체인 가트너는 “2020년까지 공식 회의의 40%가 가상 컨시디어와 고급 분석에 의해 촉진”될 것으로 내다봤다. 또 “2024년까지 원격 근무와 변화하는 인력 통계는 기업 회의에 영향을 미쳐 현재 60%가량 비대면 미팅에 참여하는 비율이 25%로 줄어들 것”으로 봤다[1].

비대면 시스템을 개발한 기업들은 공공기관과 교육기관 등 그동안 영상회의 도입에 소극적이거나 규제문제로 더디게 도입했던 곳들까지 관심이 많아지

* 본 논문은 2020학년도 서일대학교 학술연구비에 의해 연구되었음

** 서일대학교 소프트웨어공학과 교수

*** 숭실사이버대 정보보안학과 교수(교신저자)

게 되었다. 관련 시장은 거대 기술 기업들뿐 아니라 스타트업, 국내 기업 등 다양하게 존재한다. 기업이 안전한 정보보호와 개인정보보호를 위한 안전한 서비시원이 필요하다.

본 논문의 2장에서는 원격업무 시스템 보안 문제를 분석하고, 3장에서는 안전한 개인정보 인증을 위한 원격 업무의 개인인증을 위한 화상인식 주성분 분석(Principal component analysis; PCA) 시스템을 제시하고, 4장에서는 결론으로 구성하였다.

II. 관련 연구

2.1 원격업무 시스템 보안 문제

사용자 접근제어 인증을 강화하는 방안으로 'MFA(Multi Factor Authentication·다중 요소 인증) 추가 인증 또는 2단계 인증'에 대한 관심이 높아지고 있다. MFA에는 사용자가 알고 있는 것(비밀번호), 보유하고 있는 것(스마트 폰 등의 장치), 사용자의 신원(지문, 안면 인식 스캔)을 포함한 인증방법으로, MFA를 사용하면 보안이 더욱 강력해진다[2].

금융서비스에 주로 사용하는 OTP의 경우 SMS나 인증토큰, 모바일 OTP에서 받은 6자리 번호를 다른 사람에게 쉽게 불러주거나 알려줘서 2단계 인증의 목적을 훼손시킬 수 있는 보안의 허점이 있다. 최근 세계적인 인증관련 트렌드는 생체인증(지문, 안면인식)을 이용하여 내부 업무시스템 로그인을 강화하는 것이다. 온라인 생체인증 표준화기구인 파이도(FIDO) 얼라이언스에서 표준화하고 있는 FIDO2 표준을 인증 강화표준으로 사용하고 있다. FIDO2 인증토큰의 대표 격인 YubiKey(유비키)를 이용한 추가인증수단은 암호 입력을 불편함을 없앴고 동시에 피싱사이트를 방지하는 기술 적용이 가능해 강력한 계정보안기능을 제공한다.

'FIDO2(Fast Identity Online Two)' 표준에 포함된 '웹 인증'을 W3C(World Wide Web Consortium)에서 후보자 추천 상태인 CR(Candidate Recommendation) 단계로 지정하면서, 웹 표준 지정이 확실시되고 있으며, 'FIDO2'가 웹표준으로 지정된다면, 인증을 위해 플러그인이나 exe파일을 설치할 필요가 없어진다. 정부에서 추진 중인 '노플러그인 전자서명' 정책에 따라 공인인증서를 대체할 대안으로 주목받고 있다[3, 4].

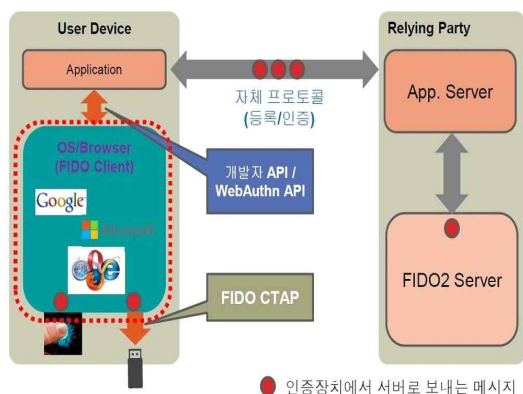
2.2 FIDO2, 웹표준 CR단계 지정

W3C는 웹 API(Application Programming Interface) 사양을 기반으로 FIDO 얼라이언스가 제출한 '웹 인증(Web Authentication)'을 후보자 추천 상태인 CR(Candidate Recommendation)로 지정했다. FIDO 얼라이언스 측은 '웹 인증'이 CR 단계로 지정된 것은 'FIDO2'의 웹 표준화를 전 세계에 알리는 것으로 W3C가 온라인 서비스 제공자와 웹 애플리케이션 개발자에게 '웹 인증' 도입을 요청하는 단계이다[5, 6].

'웹 인증'은 인터넷 사용자들이 여러 웹 사이트 및 디바이스에서 안전하게 인증할 수 있는 방법으로, 웹 브라우저 및 연계된 웹 플랫폼 인프라에 표준화된 API 정의를 내려 인증 기능을 제공한다.

<그림 1>의 구성도처럼 'FIDO2'는 '웹 인증'과 함께 CTAP(Client to Authenticator Protocol) 사양을 이용, 외부 인증 디바이스가 USB, 블루투스, NFC 등을 통해 사용자의 PC, 스마트폰 등 인터넷 접속기에 인증 증명서를 교신하도록 지원한다.

'FIDO2'의 웹 인증이 적용된다면 사용 환경의 가장 큰 변화로 꼽을 수 있는 것은 온라인에서 전자서명 환경의 변화다. 현재 우리나라에서 온라인 전자서명을 진행하려면, 우선 공인인증서를 발급받아야 한다. 공인인증서를 발급받기 위해서는 공인인증기관이나 등록대행기관을 찾아가 발급신청을 해야 하는데,



<그림 1> FIDO 구성도

주로 은행을 통해 발급신청을 하게 된다. 발급기관에서 참조번호와 인가코드를 부여받고, 다시 홈페이지에 접속해 인증서 발급 신청을 진행해야 한다.

2.3 생체인식기술

생체인식 기술은 사람의 얼굴 모양, 망막 등 신체적, 음성이나 걸음걸이 등 행동적 특징을 자동화된 장치로 추출해 개인을 구분하거나 인증하는 기술이다. 생체인식 기술로 사용된다면 누구나 갖고 있으며, 각 사람마다 고유하고, 변하지 않으며, 변화시킬 수도 없는 특징을 갖고 있어야 한다. 또 센서로 생체 정보를 잘 얻을 수 있고 정량화하기 쉬워야 한다[7, 8].

생체인식에서 지정맥 인식, 지문인식, 홍채인식이 빠르게 퍼졌다.

생체인식 기술 적용분야는 다양하다. 금융, 컴퓨터·정보시스템 보안, 통신기기와 서비스 관리, 출입 관리, 의료복지와 공공 분야 등 광범위한 분야에 적용된다.

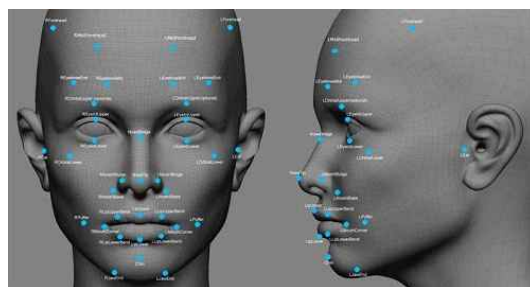
관련 업계는 FIDO2 발표에 따라 FIDO 인증이 기업 인증 시장으로 확산될 수 있다. FIDO 1.0이 확산될 수 있었던 것은 스마트폰 환경에서 모바일 बैं킹의

발전과 결제 서비스 제공 등을 꼽을 수 있으며, B2B, B2C 영역에서 FIDO 인증이 확산 될 수 있을 것이다.

FIDO2는 PC, 스마트폰 등 디바이스와 OS, 웹브라우저 등 다양한 환경에서 활용이 가능하다. 직원의 생체정보를 활용함으로써 보안성도 높일 수 있다. 생체정보를 도용하는 것은 어렵기 때문에 보안 관리도 간단해질 수 있어, 보안성은 강화되고 편의성은 향상된다. 로그인 과정에서 복잡한 패스워드 입력없이 생체 인증을 통해 로그인할 수 있어 간편해진다. 비밀번호 관리를 하지 않아도 되는 장점이 있다.

기존에 구축된 업무 환경에서도 FIDO2 인증을 적용할 수 있다. 외부 인증장치를 연동할 수 있는 CTAP을 적용하면 별도 USB를 통해 생체인식을 하거나 모바일 환경과 연동해 인증을 진행할 수 있다.

CTAP(U2F, Universal 2nd Factor)은 2단계 인증 방식으로 ID와 비밀번호를 통해 로그인 하고, FIDO 인증시험을 통과한 보안 키를 USB, 저전력 블루투스, NFC 등을 통해 기기와 연결해 PIN을 입력하는 등 추가적인 인증을 하는 방식이다. 타인이 비밀번호와 계정을 알고 있더라도, 사용자가 등록한 CTAP1 보안 키가 없으면 로그인 할 수 없다.



<그림 2> 안면인식

최근 노트북과 모바일 업무환경이 늘고 있고, 노트북과 스마트폰에 카메라가 대부분 탑재돼 있다. 기업에서 FIDO 인증 체계를 구축할 때도 별도의 인증 장치를 설치하지 않고 소프트웨어로 해결할 수 있어

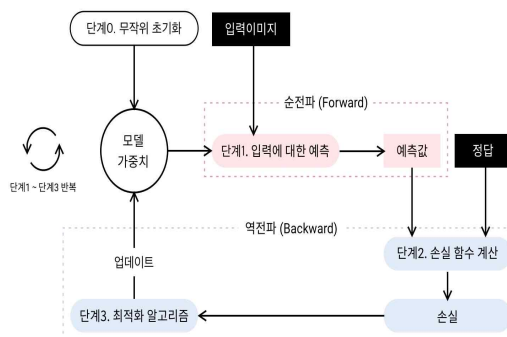
비용절감도 기대해볼 수 있다.

<그림 2> 안면인식은 인식을 문제가 있다. 현재 안면인식은 얼굴의 몇 가지 특징을 잡아 인식하게 되는데, 표정이 변하면 인식을 못할 수도 있다. 기업들도 FIDO에 맞춘 솔루션을 개발·준비하고 있지만, 인증 제도가 시행돼야 시장이 본격적으로 형성될 수 있다.

1990년대 초에 PCA(Principal Component Analysis)를 통해 다른 물체를 포함하는 이미지에서 얼굴을 안정적으로 찾기 위한 얼굴 인식에 대한 연구. 얼굴 감지의 PCA 방법은 아이겐페이스로도 알려져 있으며, Turk와 Pentland는 Karhunen-Love 정리와 인자 분석의 개념적 접근 방식을 결합하여 선형 모델을 개발했다. 고유면은 인간 얼굴의 전역 및 직교 형상에 기초하여 결정된다. 인간의 얼굴은 다수의 고유면의 가중 조합으로 계산된다. 고유 얼굴은 특정 모집단의 인간 얼굴을 인코딩하는 데 거의 사용되지 않았기 때문에, Turk와 Pentland의 PCA 얼굴 감지 방법은 얼굴을 감지하기 위해 처리해야 하는 데이터의 양을 크게 줄였다. 1994년 펜틀랜드는 얼굴 인식에 PCA의 사용을 촉진하기 위해 고유 눈, 고유 입, 고유 코를 포함한 고유 얼굴 특징을 정의했다. 1997년에 PCA 얼굴 인식[9]의 고유 얼굴 방법은 피셔 얼굴을 생성하기 위해 선형 판별 분석(LDA)을 사용할 때 개선되었다[10]. LDA Fisher faces는 PCA 기능 기반 얼굴 인식에 주로 사용되었다. 얼굴 재구성을 위해 고유면이 사용되었다.

representation)인 특징 벡터(feature vector)를 학습한다. 그 결과, 최종 얼굴 인식 모델은 입력된 이미지의 특징 벡터 간 유사도(similarity)를 비교하는 방식으로 검증 또는 식별을 수행할 수 있다.

<그림 3>과 같이 단계적 인증처리 과정을 거쳐 인증한다. 1) 시스템에 입력된 이미지에서 얼굴 영역을 찾는다.(face detection, 얼굴 검출), 2) 눈과 코 등 얼굴의 특징을 나타내는 점을 찾는다(face alignment, 얼굴 정렬. 3) 이 특징점을 이용해 얼굴 영역을 동일한 형태와 크기로 변경한다(normalization, 정규화. 얼굴 인식 모델은 수만 명에 달하는 인물로부터 획득한 수백만 장의 정규화된 얼굴 이미지로부터 인물을 잘 구분하는 함축된 얼굴 표현(facial representation)인 특징 벡터(feature vector)를 학습한다. 최종 얼굴 인식 모델은 입력된 이미지의 특징 벡터 간 유사도(similarity)를 비교하는 방식으로 검증 또는 식별을 수행한다[11, 12].



<그림 3> 단계별 인증처리

III. PCA 기반의 사용자 인증

3.1 사용자인증 전처리

얼굴 인식 모델은 수만 명에 달하는 인물로부터 획득한 수백만 장의 정규화 된 얼굴 이미지로부터 인물을 잘 구분하는 함축된 얼굴 표현(facial

1

3.2 주성분분석(PCA : Principal component analysis)

주성분 분석(Principal component analysis; PCA)은 고차원의 데이터를 저차원의 데이터로 환원시키는 기법으로 서로 연관 가능성이 있는 고차원 공간의 표본들을 선형 연관성이 없는 저차원 공간(주성분)의

표본으로 변환하기 위해 직교 변환을 사용한다[12].

주성분의 차원 수는 원래 표본의 차원수보다 작거나 같다. 주성분 분석은 데이터를 한 개의 축으로 사상시켰을 때 그 분산이 가장 커지는 축을 첫 번째 주성분, 두 번째로 커지는 축을 두 번째 주성분으로 놓이도록 새로운 좌표계로 데이터를 선형 변환한다. 이와 같이 표본의 차이를 가장 잘 나타내는 성분들로 분해함으로써 다양한 응용이 가능하다. 이 변환은 첫째 주성분이 가장 큰 분산을 가지고, 이후의 주성분들은 이전의 주성분들과 직교한다는 제약 아래에 가장 큰 분산을 갖고 있다. 중요한 성분들은 공분산 행렬의 고유 벡터이기 때문에 직교하게 된다.

주성분 분석은 실제 고유 벡터 기반의 다변량 분석들 중 처음 몇 개의 주요한 요소들만 사용하여 변환된 데이터의 차원수를 줄임으로써 나타낼 수 있다.

주성분 분석은 가장 큰 분산을 갖는 부분공간(subspace)을 보존하는 최적의 선형 변환 특징을 갖는다. 다른 선형 변환과 달리 주성분 분석은 정해진 기저 벡터를 갖지 않으며, 기저 벡터는 데이터의 특성에 따라 달라진다.

PCA는 수학적으로 직교 선형 변환으로 정의된다 [2]. 직교 선형 변환은 데이터를 새로운 좌표계로 변환하는 것이다. 데이터를 투사했을 때 가장 큰 분산이 첫 번째 좌표로 오고, 그 다음으로 큰 분산이 두 번째 좌표로 오고, 그 다음이 그 다음 좌표로 오는 방식으로 나타낸다. 여기서 첫 번째 좌표를 첫 번째 주성분이라고 부른다.

열 방향으로 0인 실증적 평균을 가진(각 열의 표본 평균이 0으로 이동됨) 어떤 한 데이터 행렬 X 라고 하면, n 개의 행이 각각 실험의 다른 반복을 나타내고, p 개의 열이 특정 종류의 자료를 준다. 수학적으로 변환은 무게 및 k 중의 p 차원 벡터들의 집합 $w(k) = (w_1, \dots, w_p)(k)$ 로 정의한다.

X 의 각 행 벡터 $x(i)$ 를 새로운 주성분 벡터 값 $t(i) = (t_1, \dots, t_p)(i)$ 로 매핑 시킨다. $tk(i) = x(i) \cdot$

$w(k)$ 와 같다. t 의 각각의 변수들은 x 로부터 가장 큰 분산을 성공적으로 상속받은 데이터 집합이며, 각각의 하중 벡터 w 는 단위벡터로 제한된다.

3.3 첫 번째 성분

첫 번째 하중 벡터 $w_{(1)}$ 는 다음 식을 만족한다.

$$w_{(1)} = \frac{\arg \max_{\|w\|=1} \left\{ \sum_i (t_1)_{(i)}^2 \right\}}{\|w\|=1} = \frac{\arg \max_{\|w\|=1} \sum_i (x_{(i)} \cdot w)^2}{\|w\|=1}$$

이 식을 행렬 형태로 쓰면 아래와 같이 된다.

$$w_{(1)} = \frac{\arg \max_{\|w\|=1} \{\|Xw\|^2\}}{\|w\|=1} = \frac{\arg \max_{\|w\|=1} \{w^T X^T X w\}}{\|w\|=1}$$

$w_{(1)}$ 는 단위 벡터로 정의되었기 때문에 아래의 식도 만족한다.

$$w_{(1)} = \arg \max \left\{ \frac{w^T X^T X w}{w^T w} \right\}$$

최대화될 수 있는 양으로 생각할 수 있다. $X^T X$ 와 같은 대칭 행렬에 대한 표준 결과는 w 가 대응하는 고유 벡터일 때 몫의 최대 가능 값이 행렬의 가장 큰 고유값인 것과 같다. $w_{(1)}$ 을 찾으면, 데이터 벡터 $x_{(i)}$ 의 첫 번째 성분은 변환된 좌표에서 점수 $t_{(i)} = x_{(i)} \cdot w_{(1)}$ 로 주어지거나 원래 변수에서 대응하는 벡터 $\{x_{(i)} \cdot w_{(1)}\}$ $w_{(1)}$ 로 주어질 수 있다.

3.4 그 밖의 성분들

k 번째 성분은 X 로부터 첫 번째 $k-1$ 주성분을 뺀으로써 찾을 수 있다. 식은 아래와 같다.

$$\hat{x}_k = x - \sum_{s=1}^{k-1} X w_{(s)} w_{(s)}^T$$

이러한 새로운 데이터 행렬로부터 최대 분산을 추출하면 하중 벡터를 찾는 것이 가능하다.

괄호 안에 해당 고유 값들에 의해 주어진 양의 최댓값과 함께 $\mathbf{X}^T\mathbf{X}$ 의 나머지 고유 벡터들을 주는 것으로 나타난다. 따라서 데이터 벡터 $\mathbf{x}_{(j)}$ 의 k 번째 주성분은 변환된 좌표에서 점수 $t_{(k)} = \mathbf{x}_{(j)} \cdot \mathbf{w}_{(k)}$ 로 주어질 수 있다. 또는 $\mathbf{w}_{(k)}$ 가 $\mathbf{X}^T\mathbf{X}$ 의 k 번째 고유 벡터일 때, 원래 변수들의 공간에서 해당 벡터 $\{\mathbf{x}_{(j)} \cdot \mathbf{w}_{(k)}\}$ $\mathbf{w}_{(k)}$ 로 주어질 수 있다. \mathbf{X} 의 전체 주성분 분해는 아래 식으로 주어질 수 있다.

$$T = \mathbf{X}\mathbf{W}$$

여기서 \mathbf{W} 는 $\mathbf{X}^T\mathbf{X}$ 의 고유 벡터가 열로 이루어진 $p \times p$ 행렬이다.

3.5 차원 축소

신뢰성 있는 변환 $\mathbf{T} = \mathbf{X}\mathbf{W}$ 는 데이터 벡터 $\mathbf{x}_{(j)}$ 를 p 변수들의 원래 공간에서 데이터 셋에 무상관인 p 변수들의 새로운 공간으로 매핑 한다. 그러나 모든 주성분들이 유지되어야 하는 것은 아니다. 첫 번째 L 하중 벡터만을 사용하여 생성된 첫 번째 L 주성분들만을 유지하는 것으로 다음과 같은 생략적 변환을 줄 수 있다.

$$\mathbf{T}_L = \mathbf{X}\mathbf{W}_L$$

\mathbf{T}_L 은 현재 L 개의 열뿐만 아니라 n 개의 행도 가진다. $p \times L$ 행렬 \mathbf{W} 의 열들이 역상관된 L 특징들(표현 t 의 성분들)에 대한 직교 기저를 형성할 때, PCA는 선형 변환 $t = \mathbf{W}^T \mathbf{x}$, $\mathbf{x} \in \mathcal{R}^p$, $t \in \mathcal{R}^L$ 을 학습한다. 오직 L 개의 열을 가진 모든 변환된 데이터 행렬을 만듦으로써 이 점수 행렬이 보존된 원래의 데이터의 분산을 최대화하고, 총 제곱 재구성 오류는 다음 식을 이용하여 $\|\mathbf{T}\mathbf{W}^T - \mathbf{T}_L \mathbf{W}_L^T\|_2$ or $\|\mathbf{X} - \mathbf{X}_L\|_2$ 최소화할 수 있다.

이러한 차원 축소는 고차원의 데이터 셋들의 시각화 및 처리에 매우 유용한 단계가 될 수 있다. 회귀분

석에서는 허용된 설명변수의 수가 증가할수록, 다른 데이터 셋으로의 일반화를 실패하면서, 모델을 과적합 할 가능성이 커진다. 서로 다른 가능한 설명 변수들 사이에 강한 연관성이 있는 경우에는, 그것들을 몇 가지 주성분으로 줄이고 그것들에 대한 회귀를 실행하는 접근이 가능하며 주성분 회귀이다.

PCA는 많은 양의 신호를 차원 축소로 수집할 수 있는 처음 몇몇의 주성분으로 집중시키는 효과를 가질 수 있으며, 이후의 주성분들은 노이즈에 지배될 수 있고 큰 손실 없이 사라질 수 있다.

주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)은 차원 축소 기법으로, 원 데이터의 분포를 최대한 보존하면서 서로 직교하는 새 축을 찾아, 고차원 공간의 데이터들을 선형 연관성이 없는 저차원 공간으로 변환한다. 이때 계산은 주로 행렬의 특이 값 분해(SVD)를 사용하여 줄여 갈 수 있다.

IV. 결론

코로나19로 직장과 학교 등에서 비대면(untact) 재택업무가 많아지면서 화상회의 솔루션이 주목받고 있으나, 화상회의 서비스·제품의 보안취약점으로 개인정보 유출, 해킹 등에 대한 우려가 나타나고 있다.

하루에도 수많은 서비스를 이용하기 위해 ID와 비밀번호를 입력한다. 이는 교육용, 업무용 서비스 접속까지 마찬가지다. 재택업무로 디지털 서비스가 일상 이 된 오늘날, 이러한 서비스에 사용되는 개인정보가 타인에게 노출되지 않아야 한다. 하지만 사용자의 ID와 비밀번호는 생각보다 안전하지 않다. PCA기법을 적용한 사용자인식 방법은 특징 점을 이용한 거리벡터 알고리즘을 적용하여, 카메라를 통한 쉽고 편리한 활용이 가능한 특징을 가지고 있다.

PCA는 전체 영상공간에서 얼굴을 가장 잘 표현할 수 있는 벡터로 원래의 얼굴 영상에서 일치하는 공분

산 행렬의 고유벡터를 찾아 표현하기 때문에 주성분은 얼굴의 눈, 코, 입과 같은 세부적인 표현이 아닌 얼굴 전체에 대한 표현을 활용하여 얼굴인식을 쉽게 할 수 있다.

본 연구에서는 화상인식 PCA 방법으로 얼굴 인식을 통한 사용자 정보와 기록을 저장하고, 개인 정보의 유출 문제에 대한 우려 없이 얼굴인식 정보로 보안성이 강화되어 사용이 가능하며, 외부 공격자의 부정확한 접근으로부터 안전하게 활용 할 수 있는 강점을 가지고 있으며, 빠른 사용자 인증 처리를 위한 산업 분야에 활용 할 수 있다.

참고문헌

- [1] 커넥팅랩, 모바일 미래보고서 2021 -온택트, 언택트 시대의 콘택트 기술-, 비즈니스북스, 2020.
- [2] 박세현, 류정탁, “무인 접수 인터페이스를 위한 얼굴인식 시스템,” 한국산업정보학회논문지, 제17권, 제3호, 2012, pp.1~7.
- [3] 김종배, “온라인에서 주민등록번호 대체수단 기반의 본인확인서비스의 개선 방안 연구,” 디지털산업정보학회 논문지, 제15권, 제2호, 2019, pp.29~42.
- [4] 백남균, “융합보안 공급자 자기 적합성 제도,” 디지털산업정보학회 논문지, 제15권, 제2호, 2019, pp.53~61.
- [5] Bengio, Y., “Representation Learning: A Review and New Perspectives,” Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2013, p.35.
- [6] 권만준, 이대중, 전명근 외 2명, “유비쿼터스 환경에서 PDA를 이용한 다중생체인식 시스템 구현,” 한국지능시스템학회논문지, 제16권, 제4호, 2006, pp.430~435.
- [7] Yonghyun Kim, Wonpyo Park, Myung-Cheol Roh, Jongju Shin, “Learning Latent Groups and Constructing Group-based Representations for Face Recognition,” Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2020.
- [8] Jolliffe I.T., Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, 2002, p.28.
- [9] Wechsler, Harry. Malay K. Kundu, Sushmita Mitra (eds.). Reliable Face Recognition Methods: System Design, Implementation and Evaluation. Springer Science & Business Media., 2009, pp. 11-12.
- [10] Jun Wang; Laiwan Chan, DeLiang Wang, eds., Neural Information Processing: 13th International Conference, ICONIP, Proceedings, Part II. Springer Science & Business Media. 2006, p.198.
- [11] C. Ding and D. Tao., “Robust face recognition via multimodal deep face representation,” IEEE TMM, 2015, pp.2049-2058.
- [12] 채승훈·곽근창·반성범, “PCA를 이용한 지문인증 성능 개선,” 한국정보기술학회논문지, 제10권, 제5호, 2012, pp.81~89.

■ 저자소개 ■



박 종 순
Park, Jongsoo

1993년 3월 ~ 현재
서일대학교 소프트웨어공학과 교수
2005년 2월 한국외국어대학교 경영학박사
1990년 2월 한국외국어대학교 경영학석사
1985년 2월 성균관대학교 행정학사

관심분야 : e-business, 기술경영,
시스템분석설계
E-mail : jspark@seoil.ac.kr



박 찬 길
Park, Chankil

2010년 2월 ~ 현재
승실사이버대학교 정보보안학과
교수
2006년 2월 승실대학교 공학박사
1994년 8월 서울과학기술대학교 공학석사
1991년 2월 서울과학기술대학교 공학사
관심분야 : 이동통신, IoT, 정보보안,
전자상거래
E-mail : ksdim@naver.com

논문접수일: 2020년 12월 3일
수 정 일: 2020년 12월 15일
게재확정일: 2020년 12월 18일