

얼굴 인식과 실시간 눈동자 인식을 결합한 인터랙티브한 사용자 인증

전 영시*, 이 창훈*
e-mail : wjsdudtl@nate.com

Interactive user authentication combining face recognition with real-time eye tracking

Young-Si Jun*, Chang-Hoon Lee*
*Dept of Computer Science, Kon-kuk University

요 약

생체 인식 기술 중 얼굴 인식과 눈동자 인식을 활용하여 기존의 얼굴 인식 내지 지문 인식을 사용했을 때 보다 좀 더 인터랙티브한 인증 환경을 제공함으로써 복사한 이미지를 이용해 인증 체계를 회피할 수 있는 가능성을 줄였다.

1. 서론

정보통신 기술이 발달함에 따라 인터넷을 통한 전자상거래가 증가하였다. 전자상거래상의 정보가 평문으로 전송된다면 위·변조 등의 문제가 발생할 수 있기 때문에 공개키 기반의 전자서명(PKI)이 사용되고 있다. 전자서명 시스템에서의 공인 인증서는 사용자의 신원을 확인하고 문서의 위·변조, 부인방지 등을 목적으로 공인인증기관에서 발행하는 전자적 정보이다. 간단히 말해 인터넷 상에서 사용할 수 있는 인감이다[4].

공인 인증서는 이렇듯 전자상거래에서의 안전장치로 사용되었다. 하지만 공인 인증서는 기본적으로 복사가 가능하기 때문에 PIN(Personal Identification Number)을 이용해 사용자 인증을 하고 있다. 그렇기 때문에 PIN이 타인에게 노출되거나 잊어버릴 경우 문제점이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해 현재 생체 인식 기술을 접목시키려는 시도가 활발히 진행되고 있다[6]. 생체 인식 기술로 가장 많이 사용하는 것에는 지문, 홍채, 얼굴 등이 있다. 하지만 PIN을 대체하기 위한 수단으로 단순한 지문 인식 내지 얼굴 인식을 사용할 경우 지문이나 얼굴과 같은 경우 충분히 복사가 가능하다는 문제점이 있다[6].

현재 본 논문에서는 이를 해결하기 위해 생체 인식 기술 중 얼굴인식과 눈동자 인식을 이용하여 기존의 인증방식보다 좀 더 인터랙티브하고 강한 사용자 인증을 제공하는데 있다.

2. 관련 연구

가. 얼굴 찾기

- Haar-like Feature

환경 요소에 많은 영향을 받지 않으며 빠른 연산이 가

능한 얼굴 검출 방법이다. 얼굴 영역을 Edge, Line, Center-surround 등으로 특징점을 이용해 판단하게 된다.

Edge 특징



Line 특징



Center-surround 특징

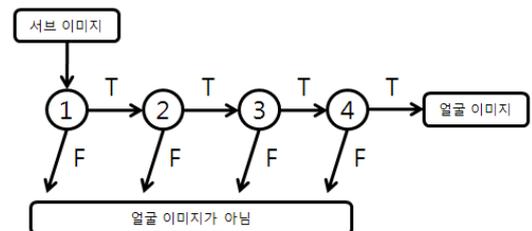


(그림 1) Haar-like Feature 프로토타입 셋

각각의 셋은 중복 연산을 최소화하여 연산속도를 빠르게 한다. [2]

- Adaboost

많은 수의 약한 분류기를 선형적으로 결합하여 강한 분류기를 만드는 기법이다.



(그림 2) Adaboost를 적용한 강한 분류기
약한 분류기는 앞쪽에 가장 높은 확률을 갖는 Haar-like를 적용하고 하고 순차적으로 낮은 확률을 갖는 Haar-like를 적용하게 된다. [3]

나. 얼굴 인식

- PCA (Principle Components Analysis)

다차원의 특징 벡터로 이루어진 데이터를 최대한 원본의 정보를 유지하면서 현재보다 더 낮은 차원으로 차원을 축소시켜 데이터를 처리하는 방법이다.

인식후보 얼굴 벡터 집합 구성한 후 이미지를 정규화하고 평균 얼굴벡터를 계산한다.

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Gamma_n$$

각 인식후보 얼굴 벡터와 평균 얼굴 벡터의 차 벡터를 계산하고 $N^2 \times 1$ 벡터로부터 공분산 행렬을 계산한다. 그리고 공분산 행렬의 고유 값 계산을 통해 M개의 고유 얼굴을 생성하면 아래 그림과 같이 된다.



(그림 3) 고유 얼굴의 각 기저 얼굴

비교해야 할 얼굴 영상이 들어올 경우 고유 얼굴에 대한 사영을 취하여 성분을 계산하고 후보 얼굴 영상들과의 거리가 최소가 되는 영상을 결과 값으로 생성한다. 단, 임계치보다 계산된 거리 값이 큰 경우 “후보 얼굴 영상이 없음”을 결과 값으로 생성한다.

다. 눈동자 인식

본 논문에서 앞서 이야기한 Haar-like Feature를 이용하여 눈의 위치를 구할 수 있다.

<A : 전체이미지 / B : 추출된 눈의 이미지>



(그림 4) Haar-like Feature를 이용한 눈의 위치

하지만 Haar-like Feature를 이용할 경우 눈의 개략적인 위치만을 알려줄 뿐 세부적인 눈동자의 위치는 알아낼 수 없다.

3. 연구 내용

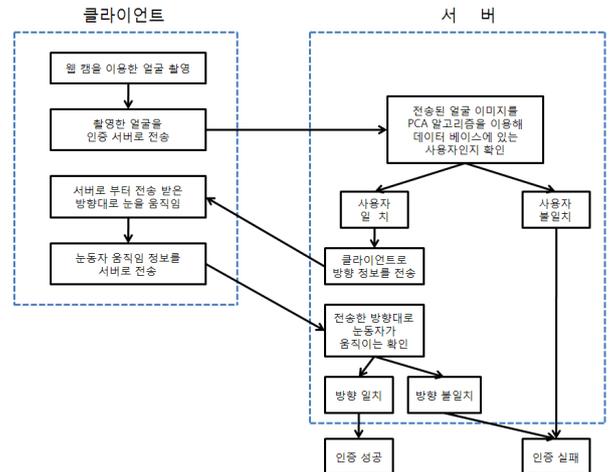
단순히 얼굴 인식만을 이용한 인증 방법의 경우 정교하게 복사된 이미지를 이용하여 인증을 통과할 수

있다. 지문을 이용한 인증 방법도 예외는 아니다. 따라서 얼굴 인식과 실시간 눈동자 인식을 활용한다면 기존의 인증 방법보다 강한 사용자 인증을 제공할 수 있다.



(그림 5) 복사한 이미지를 이용한 인증 통과

그림 7에서는 얼굴 인식과 실시간 눈동자 인식을 활용하여 인증 방식을 좀 더 인터랙티브하게 구성함으로써 얼굴 이미지 복사를 통한 문제점을 해결하도록 하였다.



(그림 6) 본 논문에서 제안하는 인증 방식

본 논문에서 사용하는 얼굴인식 방식은 기존에 많이 알려져 있는 PCA를 활용하였다. 눈동자 인식의 경우 Haar-like Feature 알고리즘을 이용하여 대략적인 눈의 위치를 찾은 후 자체적으로 개발한 눈동자 인식 알고리즘을 활용해 구현하였다.

<A : 원본 이미지 / B : 이진화 처리 후 이미지>



(그림 7) 눈동자 중심점 찾기 1단계

Haar-like Feature를 이용해 이진화를 시키면 그림 7의 와 같은 이미지가 만들어진다. 이것을 정사각형 크기만큼 이미지를 검색해 그림 8의 녹색 네모칸 안에 검정색 영역이 가장 많이 들어가는 영역의 중심

점을 찾을 경우 눈의 위치일 확률이 높다.



(그림 8) 눈동자의 중심점 찾기 2단계

하지만 그림 8의 경우와 같이 이진화 데이터가 명확하게 나오지 않기 때문에 찾아낸 중심점이 눈임을 확인하기 위해 한 단계를 더 거친다. 눈동자 중심점 찾기의 다음 번째 단계는 찾은 중심점을 기준으로 달팽이 모양을 그려가며 서치를 해서 해당 위치가 정확히 눈임을 확인한다.



(그림 9) 달팽이 모양으로 눈의 위치 확인

머리카락으로 인해 좌측 위 부분과 우측 위 부분이 눈으로 검출되는 경우가 있는데 달팽이 모양을 그려가며 검색을 해서 한 바퀴가 모두 흰색 영역임이 확인되면 그 때의 중심 좌표가 눈일 확률이 높다.

이렇게 총 세 단계를 거치고 난 후 나온 좌표 값에 "+" 표시를 해보면 그림 8에서와 같이 정확히 눈동자 위치에 표시됨을 확인할 수 있다. 위의 방법을 활용한 인증 방식의 경우 사용자 얼굴 인식 이후 서버에서 전송한 방향대로 눈을 움직여야 하기 때문에 복사된 얼굴 이미지를 가지고 인증 절차를 통과하기는 쉽지 않다. 전자 상거래 시스템에서 활용할 경우 현재 인증을 시도하고 있는 사용자가 올바른 사용자인지를 인터랙티브하게 확인 가능하다.

4. 실험 및 결과

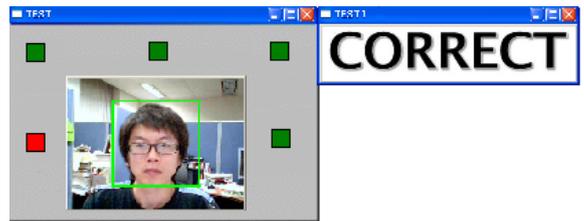
본 논문에서 제안한 방식이 실제 활용가능하려면 높은 얼굴 인식률과 눈동자 인식률이 가능해야 한다. PCA의 경우 기존 얼굴인식과 관련된 솔루션에서 많이 사용되고 그 정확성이 충분히 검증되었기 때문에 테스트에서 제외하였다.

눈동자 인식률의 경우 어느 한쪽방향으로 눈동자를 완전히 돌렸을 경우 인식률이 현저히 떨어졌다. 하지만 본 논문에서 제안하고 있는 인증 방식의 경우 눈의 위치가 그렇게 까지 한쪽방향으로 완전히 돌릴 경우는 발생하지 않기 때문에 문제 삼지 않았다. 테스트는 눈동자의 범위가 모니터 내에 있을 경우와 한쪽방향으로 눈동자를 완전히 움직였을 경우 두 가지에 대해 눈을 360도 회전시켜가며 측정하였다.

<표 1> 눈동자 움직임 측정

구 분	한쪽방향으로 눈동자를 완전히 움직였을 경우	모니터 범위 내에서 눈동자를 움직일 경우
←	12%	96%
↖	26%	96%
↑	45%	100%
↗	24%	94%
→	9%	91%
↘	0%	10%
↓	0%	0%
↙	0%	8%

모니터 범위 내에서 눈동자를 움직일 경우 아래 부분을 제외한 나머지 부분에서는 높은 인식률을 보였다. 아래 부분의 경우 사람이 눈을 아래쪽으로 뜰 경우 눈이 많이 감기는 현상으로 인한 것이었다. 따라서 본 논문에서는 아래 세 방향을 제외한 나머지 다섯 방향만을 이용하였다.



(그림 10) 본 논문에서 제안하는 인증 방법

얼굴 인식 이후 시스템에서 요구하는 방향으로 사용자의 눈동자 움직임이 있을 경우 인증이 된다. 복사한 이미지의 경우 눈동자 움직임을 나타낼 수 없으므로 인증이 되지 않았으며, 사진에 구멍을 뚫어 시도하였을 경우도 눈동자의 정확한 포착이 어려워 인증이 되지 않았다.

5. 결 론

본 논문에서는 생체 인식 기술 중 얼굴 인식과 눈동자 인식을 활용하여 기존의 얼굴 인식 내지 지문 인식만을 사용했을 때 보다 좀 더 인터랙티브한 인증 환경을 제공함으로써 복사한 이미지를 이용해 인증 체계를 회피할 수 있는 가능성을 줄였다. 하지만 제안된 인증 방법의 경우 네트워크 트래픽이 PIN을 이용한 사용자 인증 방법보다 크기 때문에 차후에 네트워크 트래픽을 줄일 수 있는 방안에 대해 논의해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Adams Carlisle; Lloyd Steve, "Concepts, Standard and Deployment Consideration" 2nd Ed, Addison Wesley

- [2] Cho Seong Min, "Face detection Using Skin-Color Based Cascade of Boosted classifier working with Haar-like feature"

- [3] Wu-ju Lee, Jin-chul Kim, Bae-ho Lee, "Real Time Face Detection and Tracking Using the Adaboost Algorithm"

- [4] Youn-sung Choi, Young-gyo Lee, Yun-ho Lee, Sang-joon Park, Hyung-kyu Yang, Seung-joo Kim, Dong-ho Won, "The Recovery of the Deleted Certificate and Detection of the Private-Key Encryption Password"

- [5] 한국정보보호진흥원, "생체 인식 분야에서의 PKI 적용,"

- [6] 지형근, 이경희, 반성, "생체인식-PKI 연구 동향"