

안구운동 정보에 의한 사용자 인증과 주성분 분석

User Authentication Based On Eye Movement Data with PCA

오 상 훈
목원대학교

Sang-Hoon Oh
Mokwon University

요약

생물통계학에 기반한 사용자 인증의 새로운 방법으로 안구 운동 정보가 새롭게 각광받고 있다. 이 논문에서는 안구운동정보가 사용자 인증 문제에 왜 좋은 지를 설명하고, 인증의 정확도를 향상시키기 위한 방안으로 주성분분석에 의한 방법을 제안한다. 주성분 분석은 데이터에서 변동이 가장 큰 방향을 찾아주기에 이를 활용하여 안구운동 데이터의 특징을 추출하면 인증 성능이 향상될 수 있을 것이다.

I. 서론

생물통계학 정보를 활용한 사용자 인증은 간단하고, 빠르며 안전하기에 많은 영역에서 사용되고 있다. 생리적인 생물통계학 정보는 지문, 홍채, 안면 등의 정보를 활용한다. 이러한 정보들은 위조되기 쉬우며, 정보를 저장하고 있는 데이터 베이스의 해킹에 의한 유출에도 취약하다. 행동정보에 기반한 생물통계학은 사람의 걸음걸이, 음성, 서명 등을 활용한다. 이 정보들은 재연하기가 매우 어려우기에 보안성이 크게 향상된다. 안구운동 정보 역시 이러한 성질을 지니고 있다.

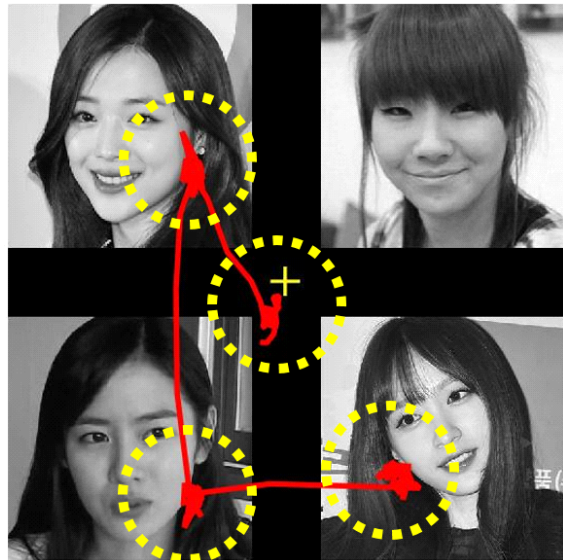
각 개인의 안구운동은 사람마다 다르게 나타나며, 같은 시각 정보 제공에도 불구하고 각 사람의 특색을 나타내어 타인이 재연할 수 없다. 이 논문에서는 안구운동 정보에 의한 사용자 인증 방안을 소개하고, 주성분분석에 의해 이를 향상시키는 방안을 제안한다.

II. 본론

1. 안구운동

안구운동은 고착(fixations)와 단속적 운동(saccades)로 구분된다. 고착은 특정지점을 응시하는 것을 말하며, 응시 시간은 50-600ms 정도이다. 단속적 운동은 두 개 이상의 고착지점 사이에 재빠르게 이동하는 것을 말하며 단속적 운동의 평균은 20-40ms 이다. 그림 1은 이러한 안구운동의 예시를 보여준다. 원으로 표시한 지점의 중심에 안구운동이 고착되었으며, 고착지점 사이에 급격하게 안구의 이동이 이루어졌음을 알 수 있다. 이때 각 단속적 운동들의 이동 속도는 의식적으로 제어될 수 없다. 따라서, 타인의 자연스러운 안구운동을 재연하기는 불가능하다.

또한, 안구운동의 Top-Down Attention에 의해 영향을 받기에 같은 시각정보에도 사람마다 다른 특징을 보여준다. 이러한 안구운동의 특징을 사용자 인증에 사용하면 보안성이 크게 향상될 것이다.



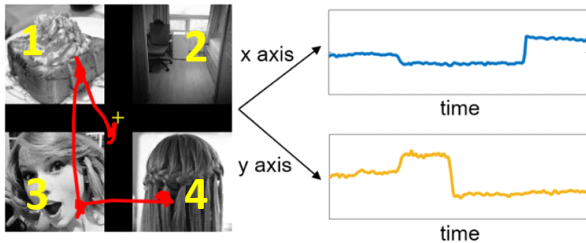
▶▶ 그림 1. 안구운동 예시

2. 안구운동 데이터베이스

안구운동 정보를 저장하기 위한 시각자극으로는 이동하는 점 혹은 문서 같은 단순한 자극과 동영상 혹은 얼굴 같은 복잡한 자극이 사용된다. 단순한 자극으로 부터 안구운동의 특징을 추출하는 방법은 시각자극이 단순하기에 사용자를 구분하기에 한계가 존재한다. 복잡한 자극으로부터 시각의 시공간적 정보를 추출하면 사용자의

인증을 더 정확하게 할 수 있을 것이다.

사용자 안구인증을 위하여 KAIST CNSL (Computational NeuroSystems Laboratory)에서 실험을 실시하였다[1]. 27명으로부터 그림 2와 같이 4개의 영상을 2×2로 배치하여 보여 주고 토비 Eye Tracker로 측정된 정보를 분석하고 저장하였다. 실험에 사용한 영상은 440개이며, 이를 110개의 영상집합으로 만들어낸 후에 피험자를 대상으로 110개의 영상 집합을 보여주어 110 trial 데이터를 측정하였다. 실험 세션을 4개로 구성하였는데, 1,3번째 세션을 영상을 자유롭게 바라보도록 하였으며, 2,4세션은 영상을 보면서 4개의 영상 중 가장 좋아하는 영상을 고르도록 하였다. 즉, 각 세션은 110trial로 구성되며, 세션을 4번 수행한 것이다. 그리고, 이를 1주와 2주 후에 반복하였다. 매 trail 마다 시선의 (x,y) 좌표를 120Hz로 샘플링하여 220개의 샘플링 값을 저장하였다. 그림 2는 한 가지 예시를 보여준다.



▶▶ 그림 2. 시선정보 추출 예시

2. 주성분분석(Principal Component Analysis)

그림 2에서 보여주는 바와 같이 측정된 시선 정보의 좌표 값이 모든 영역에 고르게 분포하지 않고 특정 시간에는 특정 영역에 집중되어 있음을 볼 수 있다. 따라서, 측정된 시선정보 좌표값을 그대로 사용자 인증에 적용하기 보다는 주성분분석으로 특징을 추출하면 더 좋은 성능을 보일 것이다. 이 논문은 시각정보에 대하여 주성분분석을 적용하여 사용자 인증의 성능을 향상시키고자 한다.

Ⅲ. 결론

이 논문에서는 안구운동을 사용자 인증에 적용하는 방법과 이를 위하여 실험된 데이터의 취득에 대하여 소개하였다. 이 시선정보를 사용자 인증에 적용함에 있어, 주성분분석을 적용하면 사용자의 특징을 추출하는 단계의 도움을 받아 사용자 인증이 더 좋아질 가능성이 있음을 제안하였다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] E.-S. Jung, D.-G. Lee, K. Lee, and S.-Y. Lee, "Temporally Robust Eye Movements through Task Priming and Self-referential Stimuli" Scientific Reports, Vol. 7:7257, doi:10.1038/s41598-017-07641-7, 2017.
- [2] Jolliffe, I. T. Principal Component Analysis, second edition Springer-Verlag. ISBN 978-0-387-95442-4, 2002.