

눈동자를 이용한 사용자 인증기법

이재욱, 강보선, 이근호
백석대학교 정보통신학부

A Scheme for User Authentication using Pupil

Jae-Wook Lee, Bo-Seon Kang, Keun-Ho Lee
Division of Information Communication, BaekSeok University

요 약 얼굴인증은 다양한 생체인증 중에서 거부감이 적고 변조가 어려워서 각광받고 있다. 얼굴인증의 알고리즘은 어떻게 알고리즘을 만드느냐에 따라서 정확성과 속도에 많은 차이를 가져온다. 눈동자를 추적 및 검출하여 얼굴의 검출 데이터와 함께 데이터를 추출함으로써 오탐률을 개선하고 정확하게 얼굴로 인증을 할 수 있도록 알고리즘을 연구하였다. Cascade를 통해서 얼굴을 검출하고 관심영역으로 지정 후 얼굴 영역을 균등하게 4등분하여 검출되는 객체의 좌표 값을 저장한다. 또한 검출된 눈에서 눈동자를 검출하기 위하여 이진화를 진행하고 Hough 변환을 통해 눈동자를 검출한다. 추출된 눈동자의 중심좌표를 저장하고 계산하여 데이터 매칭을 통해 얼굴 인증을 한다. 눈동자를 추적과 함께 얼굴의 데이터를 계산하여 정확하고 최적화된 얼굴인증 알고리즘을 연구한다.

주제어 : 눈동자 검출, 얼굴인증, 얼굴영역검출, 생체인증, 눈동자 추적

Abstract Facial authentication has the limelight because it has less resistance and it is hard to falsify among various biometric identification. The algorithm of facial authentication can bring about huge difference in accuracy and speed by the algorithm construction. Along with face-extracted data by tracing and extracting pupil, the thesis studied algorithm which extracts data to improve error rate and to accurately authenticate face. It detects face by cascade, selects as significant area, divides the facial area into 4 equal parts to save the coordinate of object. Also, to detect pupil from the eye, the binarization is conducted and it detects pupil by Hough conversion. The core coordinate of detected pupil is saved and calculated to conduct facial authentication through data matching. The thesis studied optimized facial authentication algorithm which accurately calculates facial data with pupil trace.

Key Words : Haar-like-feature, Haar Cascade, FRR, FAR, Edge

1. 서론

최근에 지능적인 사기나 해킹, 대리 서명 등 여러 가지 범죄들이 나날이 발전하고 있다. 그래서 오늘날 생체인

증은 우리가 살아가는 환경 속에서 광범위하게 자리를 잡아가고 있다. 그 중 얼굴인증은 다른 생체인증에 비해서 거부감이 적고 변조가 어렵기 때문에 각광받고 있다. 얼굴인증은 다양한 알고리즘이 있으며, 다양한 기준과

이 논문은 2016학년도 백석대학교 대학연구비에 의하여 수행된 것임
Received 2 August 2016, Revised 2 September 2016
Accepted 20 September 2016, Published 28 September 2016
Corresponding Author: Keun-Ho Lee (BaekSeok University)
Email: root1004@bu.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

방법으로 얼굴의 데이터를 추출한다. 이 알고리즘들은 얼마나 정확하며, 최적화되어있는지가 가장 중요하다. 이러한 이유로 많은 얼굴인식 및 인증 알고리즘이 개발 및 연구가 진행 중에 있다. 생체 데이터는 개인만이 가지고 있는 데이터이기 때문에 그 데이터가 노출될 경우에는 다시 사용할 수 없다. 하지만 얼굴인증은 어떤 알고리즘을 사용하느냐에 따라서 데이터가 다르기 때문에 일정 알고리즘에 노출이 되었다고 하더라도 다른 알고리즘을 적용하면 그 데이터는 달라진다[1,2,3].

홍채를 이용한 생체인증보다는 안전하지 않지만 눈동자를 이용한 얼굴인증은 얼굴을 장치에 밀착시키지 않아 거부감도 없고 인증속도도 훨씬 빠르다.

본 논문은 눈동자를 찾아내어 기존의 얼굴인증 알고리즘보다 정확하게 인증을 할 수 있도록 얼굴에서의 검출한 데이터와 눈동자의 데이터를 이용한 알고리즘을 연구하였다[4,5,6].

2. 관련연구

2.1 생체인증

생체인증이란 사람의 개인에 신체적이나 행동적인 고유한 특징을 장치를 이용해 측정하여 개인을 식별하는데 사용한다. 신체적인 특징은 대표적으로 지문, 얼굴, 손의 모양, 정맥, 홍채, DNA, 귀, 체온, 냄새 등이 있으며, 행동적 특징으로는 음성, 서명, 키보드의 패턴, 걸음걸이 등이 있다[7,8,9]. 하지만 생체인증도 완벽하게 안전하지는 않다. 최근에는 생체정보의 유출과 관련한 피해 사례들이 종종 발생하기도 한다. 신체 정보가 유출 되었을 시 문제가 되는 것은 유출된 정보가 바뀌지 않는다는 것이다. 홍채나 지문의 정보가 유출되었다고 하여 자신의 손이나 눈을 바꿔달라고 할 수 없기 때문에 많은 장점이 있으나 이러한 단점들도 있다.

본 논문에서는 얼굴을 이용한 생체인증을 이용하는데 얼굴인증은 가장 거부감이 없고, 안전한 생체인증이다. 또한 얼굴인증은 각 알고리즘마다 추출되는 데이터가 다르기 때문에 생체 정보가 유출되더라도 다른 생체 정보보다 안전하다는 장점이 있다. 하지만 영상을 처리하는 과정에서 빛의 세기나 카메라의 각도 등 많은 영향을 받는 생체인증이기도 하다[10].

2.2 생체인증

사람이 쉽게 같은 종류라고 인식하는 객체들도 각각의 크기와 모양 등이 다양하기 때문에 이들의 공통적인 특징을 기술하는 것은 어려운 과제이다. Papageorgiou et al. 은 객체의 공통적인 특징의 기술을 위해 Haar wavelet의 사용을 제안하였고, Viola와 Jones는 이를 확장시킨 Haar-like feature를 제안했다[11,12].

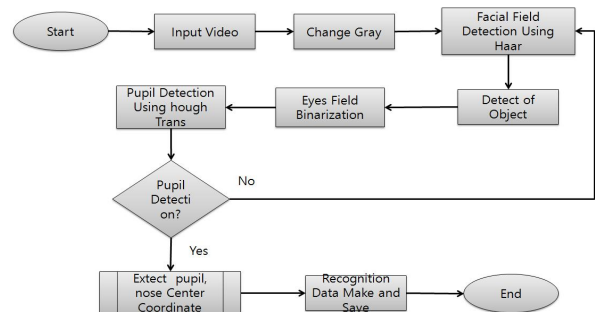
얼굴인증을 할 때 필요한 객체인 눈썹, 입, 코, 눈 등은 공통적인 특징을 가지고 있다. Haar-like-feature는 이러한 객체들의 공통적 특징을 파악하여 객체의 여부를 판단한다. 얼굴의 코, 눈, 입 등 객체의 부분에 어두운 부분과 밝은 부분의 픽셀 밝기를 계산하여 XML의 값을 가지고 객체의 여부를 판단하게 된다[13,14].

객체의 영상 이미지 데이터를 받아서 윈도우를 씌운 뒤 값을 구한다. 그 후 Adaboost 학습 알고리즘을 통해서 선택된 객체들을 그룹화 시킨 후 저장한다[15]. Harr Like Feature가 정지영상이나 사진보다 동영상에서 자주 사용하는 이유는 위에서 말했던 다양한 연산 및 검출들이 간단한 방법이기 때문이다[16,17,18,19,20].

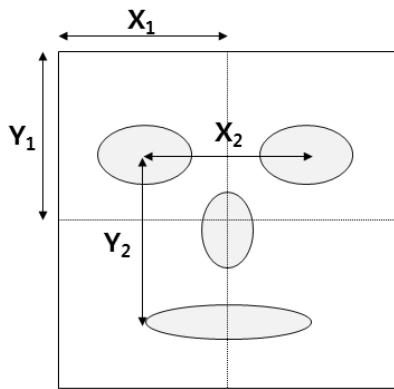
3. 본론

3.1 눈동자 추적 기반의 얼굴 특징점 추출

[Fig. 1]은 얼굴의 특징점을 추출하는 전체적인 흐름도이다. 카메라를 통해서 원영상을 저장한다. 원영상은 플랫폼에 따라서 정적인 사진, 실시간 영상 등 상황마다 다르기 때문에 입력된 원영상은 그레이 필터를 이용하여 그레이 영상으로 변환한다. 그레이 영상으로 변환한 내용에 대해서 선행 학습을 거친 Haar Cascade를 사용하여 얼굴을 검출한다. 검출된 얼굴을 관심 영역으로 지정한다.



[Fig. 1] Face Recognition Flow



[Fig. 2] Face Division

관심영역으로 지정된 얼굴 영역에 대해서 영상 처리 속도를 향상시키기 위해서 얼굴 영역을 분할한다. 얼굴 영역을 균등하게 4등분 하고 X1, Y1 영역에서 검출되는 내용에 대해서만 눈 영역 후보에 올린다. 왼쪽 눈 과 오른쪽 눈을 따로따로 검출하고 좌표 값을 저장한다. 코를 검출할 경우 왼쪽 눈의 중심점과 오른쪽 눈의 중심점 사이인 X2, Y2 의 영역에서 검출되는 내용에 대해서만 코 영역으로 지정하는 조건을 설정한다.

눈동자를 검출하기 위해서는 눈 영역 후보로 저장되어 있는 영역을 이진화 시켜야 한다. 이진화를 진행하고 Edge를 추출 한다. 추출된 영상에서 Hough 변환을 통해 원을 검출하게 되면 눈동자를 추출 할 수 있다. 추출된 눈동자는 배열에 저장하고 눈동자의 중심좌표를 계산하여 같이 저장한다.

얼굴의 특징점을 데이터베이스에 저장할 때 단순 길이로 저장할 경우 카메라와 사용자의 거리에 따라서 얼굴의 특징점의 길이가 항상 변한다. 그렇기 때문에 얼굴의 비율로 특징점들을 저장해야 한다. 우선 눈과 눈 사이의 거리와 눈과 코사이의 거리를 구해야 한다.

$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

점과 점사이의 거리를 구하는 공식인 식(1)을 이용해서 눈과 눈 사이의 거리와 눈과 코사이의 거리를 구한다. 거리를 구한다음 눈과 코를 연결 했을 때 생기는 삼각형의 넓이를 구해서 인증을 위한 값으로 이용한다.

$$\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-b)}, s = \frac{a+b+c}{2} \quad (2)$$

헤론의 공식인 식(2)를 이용해서 왼쪽 눈과 오른쪽 눈, 코의 중심점을 연결했을 경우 생기는 삼각형의 넓이를 구할 수 있다. 도출한 값들을 이용하여 개인 얼굴에 대한 인증 값을 생성하고 저장한다.

단순히 눈 영역으로 얼굴의 특징점을 찾아 인증 값을 생성 할 수 있지만 Haar는 주변 환경에 영향을 많이 받기 때문에 주변 환경에 영향을 거의 받지 않도록 이진화 처리와 Edge 검출을 통해 검출한 눈동자를 기반으로 얼굴의 특징점을 추출하면 정확도가 향상 된다. 하지만 사용자가 카메라를 향해 보고 있지 않으면 눈동자를 찾기 힘들어지는 경향을 보인다.

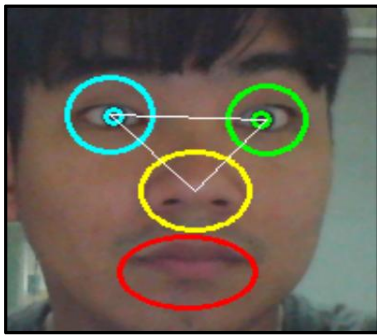
3.2 얼굴등록

알고리즘을 통해 얼굴의 특징점을 추출하고 인증 값을 생성한다. 인증 값을 생성할 때 주변 환경의 영향을 배제 할 수 없다. 그래서 얼굴을 등록 할 때 위의 과정을 반복하여 진행하고 생성된 인증 값들의 평균값을 데이터베이스에 저장한다. 이때 최대, 최솟값을 제외하고 나머지 값들로 평균치를 계산하여 데이터베이스에 저장한다. 본 알고리즘에서는 얼굴 특징점 추출을 10회 반복 한다. 알고리즘을 10회 반복하고 최대, 최솟값을 제외하고 8개의 값의 평균을 데이터베이스에 저장한다.

4. 검증

눈동자를 검출하여 얼굴을 인식시킬 때 카메라의 성능에 따라 측정 거리가 달라지며, 카메라와의 거리가 0.3 ~ 0.8 m 정도의 거리에서 추적해야 눈동자를 정확하게 추출할 수 있었다. 기존에 얼굴인증에서는 눈을 검출하고, 중심좌표를 구하여 사용하였으나 눈동자를 검출하면 눈의 원보다 중심좌표가 정확하게 잡혀 개개인을 식별하는데 더욱 정확하다.

기존의 얼굴인증은 안경을 착용한 사용자의 안경이 눈으로 검출되는 경우가 종종 발생한다. 눈동자를 검출하게 되면 안경의 착용 여부와 관계없이 정확하게 눈동자의 중심좌표를 찾아낼 수 있어 데이터가 기존의 방식보다 일정하고 정확하게 측정되는 것을 확인 할 수 있었다.



[Fig. 3] Pupil Tracking

5. 결론

위 눈동자 추적 기반 및 하르유사특징을 이용한 얼굴 검출 알고리즘도 얼굴을 인증할 때 필요한 데이터를 기존의 인증보다 더욱 정확하게 추출할 수 있었다. 얼굴을 인증할 때 개개인을 식별할 시의 단점인 조명, 객체의 각도 등 다양한 환경 요소들로 인한 인식률의 저하를 눈동자 검출 과정과 얼굴 검출 과정의 연산을 통하여 인식률을 높이는 것을 볼 수 있었다. 눈동자를 검출할 때 눈을 작게 떠서 눈동자가 일부 보이지 않을 경우에는 인증의 속도가 오히려 저하되는 상황이 발생할 수 있으나, 의도적으로 눈을 작게 뜨는 경우가 아니면 눈동자가 잘 검출되었다. 앞으로 더 나아가 이러한 단점들을 보완하고 다양한 분야에 융합하여 실생활에 도움을 줄 수 있는 연구를 진행할 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This paper was supported by Research Program through Research Foundation funded by the Baekseok University in 2016.

REFERENCES

- [1] Hansung Lee, Yunsu Chung, Jeongnyeo Kim, Hyunsook Cho, "A Survey of Face Recognition Technologies and Standards", Korean Institute Of Information Technology, Vol. 8, No. 1, pp. 33-41, 2010.
- [2] Youn-Jong Oh, Nam-Ho Kim, "An embedded invasion detection system by video data processing in home-network environment", Korea Multimedia Society, Vol. 1, No. 1, pp. 421-424, 2006.
- [3] Dae-Wan Kwon, Dong-Won Park, "Design and Implementation of Application for Monitoring Companion Animals in Smart Devices", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 7, No. 2, pp. 7-12, 2016.
- [4] Kyung Shik Jang, Chan-Hee Lee, "Robust Face and Facial Feature Tracking in Image Sequences", The Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 14, No. 9, pp. 1972-1978, 2010.
- [5] Hae-Min Moon, Sung Bum Pan, "Performance Analysis of Face Recognition by Distance according to Image Normalization and Face Recognition Algorithm", Korea Institute Of Information Security And Cryptology, Vol. 23, No. 4, pp. 737-742, 2013.
- [6] MyounJae Lee, "A Study on Convergence Development Direction of Gesture Recognition Game", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 5, No 4, pp. 1-7, 2014.
- [7] Dong Uk Cho, Dong Won Kim, Mee-Hee Yoon, Seung Soo Shin, "Automatic Verification System by Biometrics", The Korea Contents Society, Vol. 1, No. 1, pp. 437-442, 2003.
- [8] JuHyang Kim, JeongHoon Park, JongSeo Jeon, MinGoo Kang, SeongHyeon Lee, "Recognition of Hand Interface for PC-Mouse using OpenCV", Korean Society For Internet Information, Vol. 1, No. 1, pp. 303-306, 2009.
- [9] Sunghyun Yun, "The Biometric Authentication based Dynamic Group Signature Scheme", Journal of Korea Convergence Society, Vol. 7, No. 1, pp.49-55, 2016.
- [10] Dong-Uk Cho, Seung-Soo Shin, "Proposal and Implementation of Authentication System Using Human Face Biometric Features", The Korea Contents Society, Vol. 3, No. 2, pp. 24-30, 2003.
- [11] Ki-Yeong Park, Sun-Young Hwang, "An Improved Normalization Method for Haar-like Features for

Real-time Object Detection”, Korea Institute Of Communication Science, Vol. 36, No. 8, pp. 505-515, 2011.

[12] Seong-Mo Kim, Sang-Hyun Yu, Kyeongsoon Cho, “Design of Haar-like Feature Extraction and AdaBoost Classification Circuit for Object Recognition”, The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 1, No. 1, pp. 61-64, 2014

[13] Bo-Seon Kang, Keun-Ho Lee, “Fire Alarm Solutions Through the Convergence of Image Processing Technology and M2M”, Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 7, No. 1, pp. 37-42, 2016.

[14] Yeongseok Chae, Sangpil Han, Jaeyong Han, Hyuk Kim, Seongmin Kim, Bontae Koo, Joohyun Lee, “A study on the Haar-Like Feature(HLF) detection analysis and hand detection improvement system”, Korea Information Science Society, Vol. 1, No. 1, pp. 438-440, 2015.

[15] JiHong Min, Jung-Chul Kim, Kicheon Hong, “Implementation of Drowsiness Driving Warning System based on Eyes Detection and Pupil Tracking”, Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 15, No. 2, pp. 249-252, 2005.

[16] Chung-Kyue Kim, Chang-Zeng Lee, Jong-Seung Park, “A Study on the Indirect Interface Control System of the Automatic Extraction of the Eye Region followed by the Gaze Tracing”, Korean Institute Of Information Technology, Vol. 6, No. 4, pp. 158-164, 2005.

[17] JiHong Min, Jung-Chul Kim, Kicheon Hong, “Development of an Image Processing Algorithm for Paprika Recognition and Coordinate Information Acquisition using Stereo Vision”, The Korean Society For Bio-Environment Control, Vol. 24 No. 3, pp. 210-216, 2015.

[18] Chan-Hee Lee, Kyung Shik Jang, “Detection of Pupil using Template Matching Based on Genetic Algorithm in Facial Images”, The Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 13, No. 7, pp. 1429-1436, 2009.

[19] Byoungmoo Lee, Dongil Han, “Development of

Early Tunnel Fire Detection algorithm Using the Image Processing”, Korea Information Sciencd Society, Vol. 3, No. 2, pp. 499-504, 2006.

[20] Jeong-Pyo Lee, Jong-Yeon Lee, Chang-Ho Hyun, “Coin Recognition and Classification Using Digital Image Processing”, Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 22, No. 1, pp. 7-11, 2012.

이 재 옥(Lee, Jae Wook)



- 2015년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 학생
- 관심분야 : 융합보안, 웹해킹
- E-Mail : wook5903@naver.com

강 보 선(Kang, Bo Seon)



- 2010년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 학생
- 관심분야 : 스마트그리드, 정보통신, 개인정보보호
- E-Mail : masati@nate.com

이 근 호(Lee, Keun Ho)



- 2006년 8월 : 고려대학교 컴퓨터 학과 (이학박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 부교수
- 관심분야 : 이동통신보안, 융합보안, 개인정보보호
- E-Mail : root1004@bu.ac.kr