

PCA 얼굴인식을 활용한 전자출결 환경 구축

박부열, 진은정, 이분진*, 이수민
계명대학교 전기전자공학부

Establishment of electronic attendance using PCA face recognition

Bu-Yeol Park, Eun-Jeong Jin, Boon-Giin Lee*, Su-Min Lee

¹Division of Electric Electronics, Keimyung University

요약 현재 지문인식, 얼굴인식 등 다양한 보안기술들이 개발되고 있다. 하지만 많은 기술들이 개발되었음에도 불구하고 기술들을 접목시킨 분야가 상당히 제한적이다. 특히 기존에 디지털 방식의 시스템에 현대 보안기술들을 접목시키기는 쉽지만, 아날로그 방식을 사용하던 시스템에서 디지털 방식의 새로운 기술을 도입하기엔 많은 어려움이 있다. 하지만 그 시스템이 널리 사용될 수 있다면 아날로그 시스템을 디지털 시스템으로 바꿀만한 충분한 가치가 있다. 그렇기 때문에 선택한 주제가 전자출결 시스템이다. 본 논문은 라즈베리파이를 활용하여 출입문에 카메라를 설치하여 얼굴 감지를 위한 Haar-like feature 방식의 트레이닝과, 주성분 분석(PCA) 방식 중의 Eigenface 방식의 얼굴인식으로 실시간 얼굴인식을 수행하여 출결을 수행한다. 출결된 데이터들은 무선통신을 활용하여 스마트폰으로 전송하고 스마트폰에선 그 정보들을 받고 관리할 수 있는 관리자 어플리케이션 제작까지 완료하였다.

• 주제어 : 실시간 얼굴인식, 전자출결, 라즈베리파이, PCA, 스마트폰

Abstract Currently, various security technologies such as fingerprint recognition and face recognition are being developed. However, although many technologies have been developed, the field of incorporating technologies is quite limited. In particular, it is easy to adapt modern security technologies into existing digital systems, but it is difficult to introduce new digital technologies in systems using analog systems. However, if the system can be widely used, it is worth replacing the analog system with the digital system. Therefore, the selected topic is the electronic attendance system. In this paper, a camera is installed to a door to perform a Haar-like feature training for face detecting and real-time face recognition with a Eigenface in principal component analysis(PCA) based face recognition using raspberry pi. The collected data was transmitted to the smartphone using wireless communication, and the application for the viewer who can receive and manage the information on the smartphone was completed.

• Key Words : realtime face recognition, electronic attendance system, raspberry pi, PCA, smart phone

Received 23 August 2018, Revised 05 October 2018, Accepted 11 November 2018

* Corresponding Author Lee, Boon Giin, Division of Electronic Engineering, Keimyung University, 1095, Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu, Korea. E-mail: bglee@kmu.ac.kr

I. 서론

최근 스마트폰 사용이 급증함에 따라 생활 곳곳에 스마트폰이 사용된다. 계좌이체를 위해 스마트폰을 꺼내고, 음식을 주문하기 위해 스마트폰을 꺼내든다. 이러한 경우를 비롯하여 실생활의 다양한 분야에서 스마트폰이 사용되고 있다. 학교에선 불과 몇 년 전까지만 해도 볼펜과 종이를 사용하여 학생들의 이름을 하나하나 부르며 출석체크를 하였다. 출석체크를 하는데 소요되는 시간, 동명이인 등의 비효율적인 부분을 가지고 있다. 이러한 문제점들을 보완하기 위해서 출석을 대체하는 어플리케이션이 개발되었다. 처음엔 혁신적인 어플리케이션으로 주목받아 그 편리함이 증명되었지만 통신오류, 스마트폰 없이는 출석이 불가, 별도의 출석체크 시간을 할애해야 한다는 점 등에서 전자출결 어플리케이션의 허점이 발생하는 것이 다반사였다.[1] 이러한 문제를 해결하고자 도입한 기술이 얼굴인식이다.

얼굴인식이란 최근 떠오르는 보안기술로 개개인의 생김새, 머리카락, 눈의 색상, 눈, 코, 입의 위치 등을 분석하여 얼굴의 특징을 알아내는 기술을 말한다. 얼굴인식은 분실이나 복제될 가능성이 없다는 점에서 주목을 받고 있다. 또한, 얼굴인식의 사용이 급증함에 따라 스마트폰이나 전자기기 등의 소비자 지향적인 면에서 적용되는 경우가 많아졌다. 주민등록증이나 본인의 신원을 확인하는 곳에 주로 사용되며 출입관리, 보안에 많이 사용된다. 대표적인 스마트폰 제조사인 애플의 Face ID, 삼성전자는 얼굴인식을 사용하여 자신만의 이모티콘을 만드는 등 다양한 분야에 활용되고 개발되고 있다.[2] 이렇게 얼굴인식은 다양한 분야로 확대 되어가고, 다양한 적용방안이 나오고 있다. 우리 그 중 하나로 전자출결 어플리케이션에 얼굴인식을 접목시켜 출입문에 장비를 설치하고 인식하여 정보를 받아오는 시스템을 구축하였다. 본 논문에서는 PCA를 이용하여 얼굴인식하고 얼굴인식을 활용하여 전자출결 출석부 어플리케이션을 개발하여 편리한 출석을 할 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시스템 구성도를 통해서 연구가 진행될 방법을 나타낸다. 3장에서는 본 연구에 사용된 라즈베리파이와 안드로이드를 세분화 하여 본 논문이 제안한 PCA방식의 얼굴인식 기술을 이용한 전자출결 환경 구축의 방법에 대해

설명한다. 5장에서는 얼굴 인식율과 전송 인식률의 정확도를 테스트를 통해 알아보며 검증한 후 결론을 맺는다.

II. 시스템 구성도

얼굴인식 출석 어플리케이션은 얼굴 검출, 얼굴인식, 블루투스 전송, 데이터 처리의 4단계로 수행된다. 1. 얼굴 검출 단계는 라즈베리파이 카메라에서 Haar-like feature를 사용하여 얼굴을 찾아내고, 2. 얼굴인식 단계에서는 PCA(Principal Component Analysis) 기반 Eigenface 알고리즘을 사용하며 누구의 얼굴인지 찾아낸다. 3. 블루투스를 통해 인식된 학생의 정보를 전송한다. 4. 받아들인 학생에 대한 학번을 저장된 모든 학번과 비교하여 매칭하고 출석을 완료한다. 구현된 전체적인 시스템의 절차는 그림 1과 같이 나타났다.

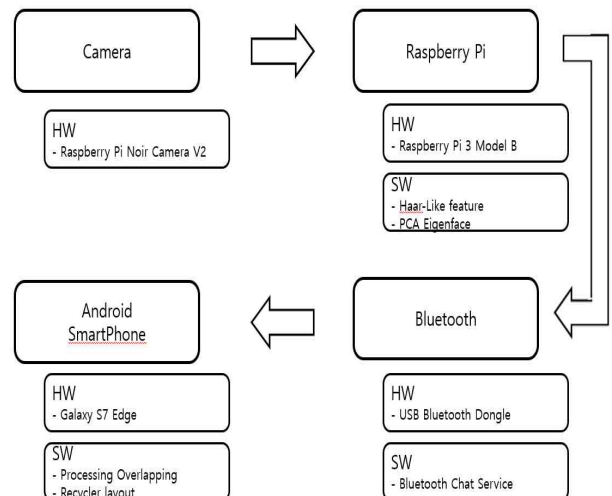


Fig. 1. System Process

라즈베리파이에 저장된 데이터들을 이용하여 얼굴인식은 실시간(Realtime)으로 인식하여 같은 인물에 대해서 어플리케이션으로 같은 정보가 여러 번 전송된다. 중복된 데이터들을 연산하여 원하는 정보만 얻어낸 뒤 데이터를 하나의 데이터로 정리하여 그 데이터와 모든 학생들의 데이터를 비교하여 얼굴이 인식될 때마다 어플리케이션에서 학생의 정보를 디스플레이다. 그 정보가 본인이라는 의미로 디스플레이된 학생의 정보를 터치할 시 해당 학생의 출석체크는 완료된다.

III. 라즈베리파이

3.1 데이터 수집

데이터 수집을 위해서 계명대학교 전자공학과 학생들 7명을 대상으로 실험을 했다. 7명의 실험자를 통해서 데이터를 수집하였다. 데이터 수집은 공과대학 강의실에서 이루어졌으며 정면 사진 2장, 위와 아래를 본 사진 1장씩, 왼쪽과 오른쪽 방향을 본 사진 2장씩, 왼쪽과 오른쪽으로 얼굴이 기운 사진 1장 씩 총 10장의 데이터를 수집하였다(그림 2). 얼굴인식을 하기 위해서 흑백 이미지 100×100 픽셀 사이즈로 저장하였다. 총 수집된 데이터 수는 70장이다.

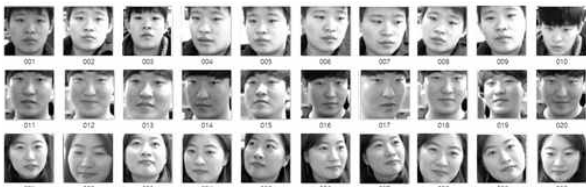


Fig. 2. Collecting Personal Face Data

각 이름별로 학번을 설정한 후, 그 이름의 사진에 지정된 학번을 입력하여 데이터를 수집하였으며 표 1에 정리하였다.

Table 1. Name data

No	Name	Student Id
1	JIN	5359000
2	PARK	5359001
3	LEE	5359002
4	KIM	5359003
5	JUNG	5359004
6	CHOI	5359005
7	YUN	5359006

3.2 얼굴 감지

효율적인 객체 감지법으로 자주 사용되는 Haar-like features 방식(Viola-Jones)[3]을 적용하여 얼굴의 영역에서 밝게 나타나는 픽셀 값과 어둡게 나타나는 픽셀 값을 사용하여 특성을 만들고 얼굴을 감지하였다. 감지된 데이터들은 트레이닝 과정을 거쳐 얼굴 비교에

사용될 데이터로 저장시킨다.



Fig. 3. Haar - like feature

이 트레이닝은 흰색 부분의 픽셀들의 합에서 검은 부분의 픽셀들의 합을 차로 계산한다. 픽셀들의 합을 위하여 입력영상에서 적분영상을 사용하여 데이터화하는 과정을 거친다.

$$dd(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} d(x', y') \quad (1)$$

원점에서부터 (x, y)까지 적분을 하여 해당되는 사각형 영역의 픽셀들의 합을 얻을 수 있다. 그렇기 때문에 그림4에 있는 사각형에서 원하는 D영역은 D-B-C+A로 구할 수 있다.

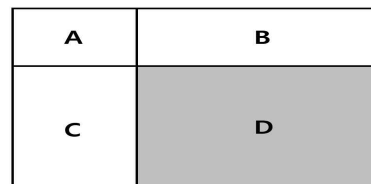


Fig. 4. Calculation of the sum of pixels

3.3 얼굴 인식

수집된 7명의 데이터와 Haar-like features방식의 얼굴 감지로 실시간으로 일치하는 얼굴이 있는지 비교를 하고 얼굴을 인식하기 위해서 주성분 분석(PCA)(Jolliffe)[4]을 사용하였다. 본 논문에서 사용한 PCA 방식은 2차원 좌표평면에 n개의 점 데이터 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 들이 좌표상에 나타나 있을 때 특정 방향으로 데이터들의 분산이 가장 큰 방향벡터를 의미한다. 가장 큰 방향벡터에 수직하며 다음으로 큰 방향벡터를 찾아 그 데이터들이 가지는 성분들의 특성을 알아내는 방법이다. 그 중에서도 얼굴 정보를 구분하기 위해서 Eigenface를 사용하였다.[5]



Fig. 5. PCA & Eigenface

3.4 정보출력 및 전송

저장된 데이터와 카메라 영상을 비교하여 일치하는 얼굴이 있다면 네모박스를 그리고 출력을 했다. 그 후 블루투스로 값을 보내기 위하여 인식된 사진의 학번을 라즈베리파이 블루투스를 사용하여 어플리케이션으로 전송하였다.

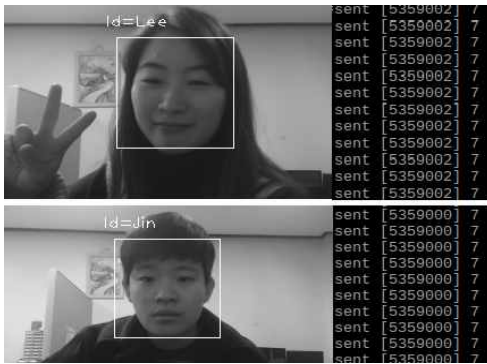


Fig. 6. Recognition face & Send the data

IV. 안드로이드 어플리케이션

안드로이드는 라즈베리파이와 연동하여 인식된 학번을 전달받는다. 전달받은 학번은 어플리케이션에 저장되어 있던 학생들의 정보와 비교를 한다. 일치하는 학번이 있는지 확인하여 배열에 저장한다. 배열에 저장된 학생들의 정보는 RecyclerView의 cardview 에 그 정보를 나타낸다. 위와 같은 방법으로 여러 명에 대한 정보를 받아들이고 그 정보를 나타낸다. 디스플레이된 정보가 나의 정보와 일치한다면 cardview를 터치함으로써 출석체크를 완료한다.

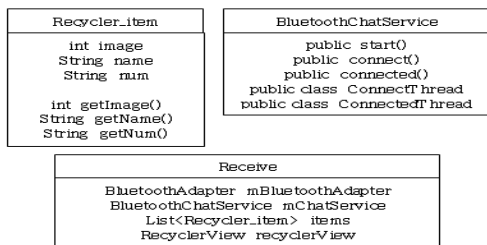


Fig. 7. Class for Bluetooth communications and Display

4.1 리스트 생성

사진, 이름, 학번과 같은 학생들의 정보 저장을 위해서 별도의 클래스를 지정하여 새로운 배열을 생성하여 저장한다. 클래스 간 데이터 교환으로 저장된 데이터들은 항상 받아들일 수 있다.

4.2 블루투스

블루투스의 연결은 onStart 메소드를 통해 어플 시작 시 디바이스의 주소를 입력하고, 저장된 UUID 값을 사용하여 액티비티가 실행됨과 동시에 자동으로 페어링을 수행한다. 따라서 별도의 연결을 위한 동작이 필요하지 않다. 연결에 성공하면 라즈베리파이와 연결된 안드로이드는 값을 받아오는 대기 상태가 된다. 데이터는 1024바이트의 버퍼를 통하여 받아온다[6]. 그 후 데이터 사이즈에 맞게 핸들러를 통하여 전달한다. 블루투스를 통하여 값이 들어오면 다음 동작을 수행한다.

4.3 데이터 처리

핸들러를 통하여 받아온 블루투스 데이터는 String타입의 형태로 받아온다. 하지만 실시간 얼굴인식으로 같은 얼굴이 인식되는 도중인 같은 값을 계속 전달한다. 직전에 받아온 데이터와 현재 데이터를 비교하여 변화가 있을 때 새로운 배열에 그 변화된 값을 추가한다. 이러한 방식으로 마지막에 저장된 배열 값을 사용하여 해당 학생들의 중복되는 정보를 처리한다. 받아온 데이터는 학번임으로 4.1 리스트생성에서 만들었던 데이터와 비교한다. 이 연산을 통하여 만들어진 리스트에서 받아온 학번에 맞는 학생의 사진, 이름, 학번을 받아와서 새로운 배열을 생성하여 그 배열에 저장한다.

4.4 디스플레이

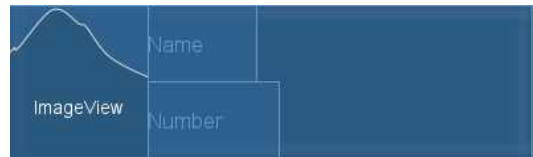


Fig. 8. Cardview Form for Student Information

데이터 처리를 완료하여 만들어진 배열은 RecyclerView layout을 사용하여 나타낸다. RecyclerView에서 cardview를 통하여 학생의 정보를 나타내는데 학생의

사진, 이름, 학번에 대한 정보를 포함한다[7]. 라즈베리 파이에서 다중 인식을 하여 여러 개의 학번이 넘어오는 경우 한 번에 여러 명에 대한 정보를 여러 개의 cardview를 사용하여 한 번에 나타낸다. 나타난 정보가 학생 본인의 정보와 일치한다면 cardview를 선택하여 출석사실을 업로드한다.

V. 구현 및 정확도 분석

이번 연구는 라즈베리파이의 얼굴감지, 얼굴인식을 기반으로 진행되었다. 그렇기 때문에 얼굴 인식률이 우선시되는 요소이며, 그 후 블루투스를 통해 데이터 전달을 확인하는 절차를 거친다. 따라서 사람의 얼굴을 얼마나 잘 인식했는지에 대한 인식률 테스트, 데이터 전송이 얼마나 잘 이루어졌는지에 대한 데이터 전송률 순으로 진행하였다. 이 실험은 등록된 7명을 대상으로 인당 수십 회의 테스트를 반복하여 얻어낸 평균값이며 반복횟수를 늘림으로써 측정데이터의 신뢰성을 향상시켰다.

1. 라즈베리파이와 안드로이드를 블루투스를 통해 연결한다.

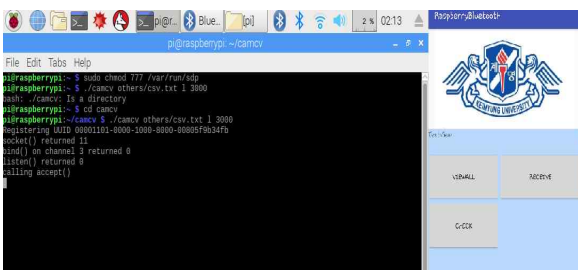


Fig. 9. Connect Raspberry pi and Application

2. 블루투스로 연결 후 저장된 데이터를 트레이닝 시키면 카메라가 실행된다.

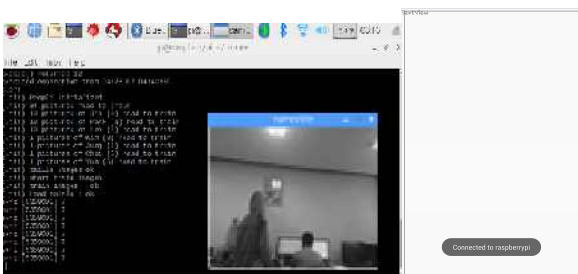


Fig. 10. Connect & Run Camera

3. 얼굴인식을 하고 얼굴에 맞는 학번을 어플리케이션으로 전송한다.

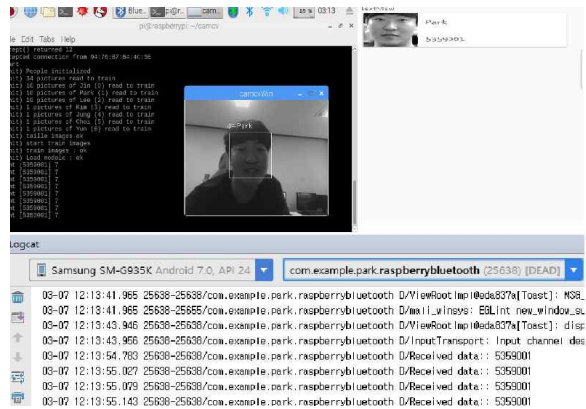


Fig. 11. Recognition and Sending a data

얼굴 인식률과 데이터 전송률 실험의 결과는 그림 12와 같다.

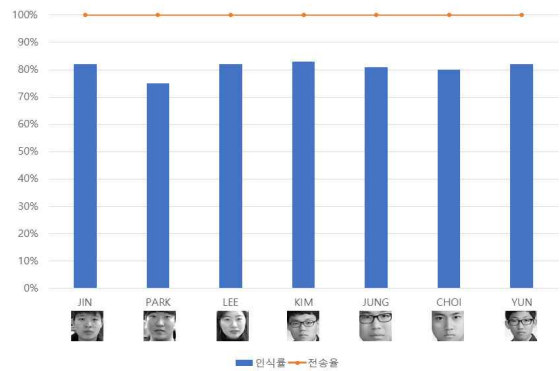


Fig. 12. Face recognition rate, Data transfer rate

VI. 결론

최근 스마트폰의 사용이 급증함으로써 많은 앱이 상용화되고 있다. 학교에서는 좀 더 편하고 확실하게 출석을 실행하기 위해 관련 앱을 만들고 있다.

따라서, 본 연구는 출석의 편리함과 정확성을 높이기 위해서 PCA를 활용하여 얼굴인식을 한 후 그 데이터를 통해 출석을 하게 되도록 하였다. 생체정보인 얼굴인식은 고유의 개인데이터이기 때문에 출석을 할 때 타인이 대신 출석하거나 동명이인 등 부적절한 방법의 출석이나 출석의 오류를 잡을 수 있을 것이다. 또한 출석을 함으로써 소요되는 시간을 줄이고 일일이 체크하는 불편함을 줄일 수 있다. 라즈베리파이와 스마트

폰은 블루투스로 연동하여 데이터를 전송하기 때문에 데이터의 전송률은 정확하게 이루어진다. 향후 연구를 통해 사용자의 생체데이터가 기기에 저장되어 있다면 개인정보가 유출될 문제가 있기 때문에 데이터를 클라우드를 이용하여 암호화하여 저장하여 데이터 보호를 할 것이다.

REFERENCES

[1] http://www.ohmynews.com/NWS_Web/view/at_pg.aspx?cntn_cd=A0002117102, 15, June, 2015

[2] <http://www.viva100.com/main/view.php?key=20170807010002344>, 07, August, 2017

[3] Viola, Jones, "Robust Real-time Object Detection" in IJCV, 2001, p1-3.

[4] Jolliffe I.T, "Principal Component Analysis, Series" in Springer Series in Statistics, XXIX 487, 2012., p.28

[5] Joong-Jo Park, Kyoung-Min Kim, "Face recognition using Eigenface" in Journal of the Korea Institute of Signal Processing and Systems, v2, no2, 2001, pp.1-6

[6] Kim Sang Hyung, "Do it! Android Programming complete guide", Seoul, Easyspublishing, 2016

[7] Bull Phillis(2013), "Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide", Addison-Wesley Professional, 2015

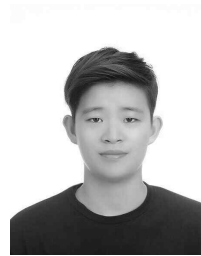
저자 소개

박 부 열 (Bu-Yeol Park)



2013년 3월~현재 : 계명대학교
전자공학과(공학사)
관심분야 : 사물인터넷, 안드로이드
어플리케이션

진 은 정 (Eun-Jeong Jin)



2015년 3월~현재 : 계명대학교
전자공학과(공학사)
관심분야 : 사물인터넷, 영상처리

이 분 진 (Boon-Giin Lee)



2007년 : Multimedia University, Malaysia(학사)
2009년 : 동서대학교
전자공학과(공학석사)
2012년 : 부경대학교
전자공학과(공학박사)
2012년~2013 : 부경대학교
Ubiquitous Sensor Network Laboratory 연구원
2013년 ~ 2014년 : ㈜창성에이스
2014 ~ 현재 : 계명대학교 전자공학부 조교수
관심분야 : the development of ubiquitous healthcare sensors, signal processing, mobile programming, multimedia application development.

이 수 민 (Su-Min Lee)



2018년 : 계명대학교
전자공학과(공학사)
2018년 3월~현재 : 계명대학교 전기
전자융합시스템공학과(공학석사)
관심분야 : 영상처리, 머신러닝