

# 라즈베리파이와 OpenCV를 사용한 스마트 스피드게이트

정대균, 양재현, 박다봄, 남가희, 정순호  
 부경대학교 컴퓨터공학과  
 e-mail : kds634@naver.com

## Smart Speedgate(Entrance System) Using Raspberry Pi and OpenCV

Dae-Kyun Kim, Jae-Hyeon Yang, Da-Bom Park, Ga-Hee Nam, Soon-Ho Jung  
 Computer Engineering, Pukyong National University

### 요약

어플을 사용하여 사용자 등록과 휴대폰 카메라를 사용하여 얼굴을 등록하고, 파이카메라에 촬영된 얼굴 이미지를 바탕으로 OpenCV를 이용하여 출입하는 인원의 식별과 열화상 카메라를 통해 체온 측정을 수행하여 사용자의 출입 기록을 저장한다. 기존의 QR코드 인식과 체온 측정을 동시에 수행하여 출입 시스템의 간소화를 기대할 수 있다.

### 1. 서론

2019년도 말 발생한 코로나바이러스(COVID-19)의 피해가 확산됨에 따라, 대부분의 건물 및 지역 방문 시 체온 측정과 방문자 등록이 의무화되었다. 이로 인해 코로나 시대의 빠른 비대면, 비접촉 체온측정을 통한 출입제어의 필요성이 대두되고 있다. 현재, 방문자 등록 시에는 수기로 출입명부를 작성하거나 설치된 QR코드 인증기 혹은 전화번호를 사용하고, 체온 측정은 별개의 체온계를 사용해야 한다. 이 과정에서 출입확인이 누락되는지 확인하는 별도의 감시 인력이 요구될 것이다.

출처: JHU CSSE COVID-19 Data | 최종 업데이트: 2일 전

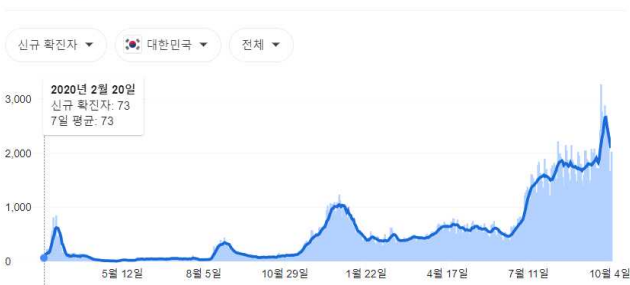


그림 1. 최근 1년간 대한민국 코로나 확진자 현황

이 논문에서는 OpenCV와 열화상 카메라를 활용하여, 얼굴 인식 기술과 체온측정을 통합함으로써, 코로나 시대의 니즈에 맞는 효율적인 출입관리시스템 개발에 대해 고찰해

본다.

### 2. 관련연구

이 논문에서는 얼굴 인식 알고리즘으로 LBPH를 사용하였다. LBPH(Local Binary Pattern Histogram)는 주변의 값을 2진수로 표현하고 값을 계산하는 얼굴 검출 알고리즘으로 원시 LBP 기준으로 밝기 변화에 영향을 받지 않는 특징을 갖는다.

LBPH를 사용하면 얼굴 감지 및 체온 측정과 동시에 출입 기록을 등록하는 과정이 중요하게 작용하는 본 시스템의 목적에 부합한 얼굴 인식이 가능하다.

또한 이미지로부터 얼굴만을 추출하기 위해 Haar Cascade 또한 함께 사용하였다. 이 기술은 머신러닝 기반으로 작동하는 특정 오브젝트를 검출하는 알고리즘으로, OpenCV 내에 포함되어 있어 얼굴 학습 및 인식과 연동하기 원활하다는 특징을 갖는다.

### 3. 스마트 스피드 게이트 시스템

본 시스템에서는 라즈베리파이 4 B, 라즈베리 카메라 모듈 V2, AMG8833 IR 열화상 카메라를 이용하여 안면을 인식하고 체온을 측정한다. 서버로 얼굴 사진을 전송하고 데이터베이스에 등록된 회원 정보를 조회하여 처리 결과를 라즈베리

파일로 반환한다. 서버와 연결된 애플리케이션을 제작하여, 해당 애플리케이션을 통해 회원가입 및 출입 기록 등을 조회할 수 있다.

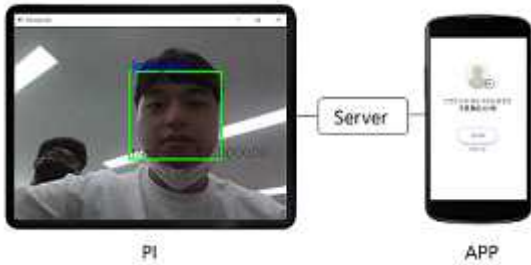


그림 2. 간략한 구성

### 3.1 H/W 구성

라즈베리파이4 B와 전용 카메라 모듈 V2. AMG8833 IR 열화상 카메라, 터치스크린, 도어락을 통해 하드웨어를 구성하였다. 라즈베리파이 카메라에 얼굴이 인식되면 카메라 모듈에 찍힌 얼굴 인식 이미지를 서버로 전송하며, 열화상 카메라를 통해 체온을 측정한다.

이후 서버에서 반환된 값을 통해 도어락을 조작해 출입 여부를 결정한다. 터치스크린에서 카메라 화면과 함께 인증 여부, 체온에 관한 안내 메시지를 띄운다.

### 3.2 S/W 구성

본 시스템의 S/W는 서버와 애플리케이션, 데이터베이스로 구성하였다.

앱에서는 서버에 접속하여 회원 정보를 등록, 수정할 수 있으며 출입 기록 또한 확인할 수 있다.

서버에서는 등록된 회원 데이터베이스를 바탕으로 앱과 라즈베리파이에서 요구하는 것을 처리하여 결과를 반환한다.

#### 3.2.1 OpenCV - Haar feature-based cascade

본 시스템에서는 영상 및 이미지의 처리를 위해 OpenCV를 사용한다. 라즈베리파이의 카메라를 통해 촬영한 영상은 OpenCV를 통해 연결된 터치스크린에 출력된다. 다음 영상에서 사람의 얼굴을 인식하여 해당 프레임을 서버로 전송하는데 이때 OpenCV에서 제공하는 Haar feature-based cascade 라이브러리를 사용한다. 해당 라이브러리는 이미지를 여러 영역으로 나눈 뒤 영역과 영역 사이의 밝기 차이를 통해 물체의 특징을 얻어내는 방법이다. 사람의 얼굴에는 눈썹과 눈동자, 입술 등의 부분에서 밝기 차이가 크게

존재하므로 해당 라이브러리를 활용하여 사람의 얼굴을 인식할 수 있다.

#### 3.2.2 LBPH(Local Binary Pattern Histogram)

본 시스템에서 입력된 이미지를 바탕으로 얼굴 부분만을 추출 및 학습된 파일 내 정보와 비교를 수행하기 위해서 LBPH 알고리즘을 사용한다. LBPH는 3 x 3 입력 이미지를 기준으로 중심 픽셀과 이웃한 8개의 픽셀의 크기를 비교한다. 중간 픽셀의 값보다 크기가 크거나 같으면 1을, 작으면 0을 값으로 준다. 총 8개의 픽셀을 나열하게 되면  $2^8$ , 즉 256개의 경우의 수를 가지게 된다. 이러한 연산을 모든 픽셀에 대해 수행하고, 히스토그램을 생성한다. 즉, 영상 하나의 질감을 256개의 숫자로 표현하는 알고리즘이라고 볼 수 있다.

이러한 알고리즘을 사용하여 얼굴 인식을 하기 위해서는 얼굴을 블록 단위로 나누고, 각 블록마다 LBP 히스토그램을 구한 뒤 이를 연결하는 방식을 사용한다. 즉, 위치 정보를 유지함과 동시에 지역적인 질감을 반영하여 얼굴 인식이 가능해지는 것이다.

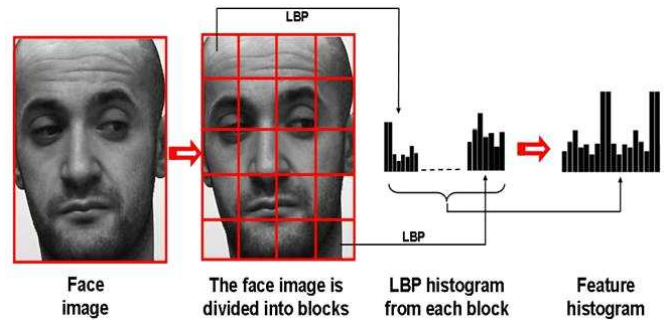


그림 3. LBPH를 사용한 얼굴 인식의 동작 원리[1]

#### 3.2.3 Smartgate 애플리케이션

본 시스템에서는 게이트에서 사용자를 식별하고 출입을 기록하기 위해 우선 앱을 통한 회원가입으로 사용자 및 관리자의 정보를 데이터베이스에 등록한다. 동영상으로 촬영된 사용자의 얼굴 정보는 서버에서 10~15장 남짓의 연속된 이미지로 변환되어 안면 인식 학습에 사용된다.

회원가입이 완료된 아이디와 패스워드로 로그인을 하면, 사용자의 경우 가입할 때 기입한 정보를 열람할 수 있고, 이를 수정할 수 있는 화면을 표시한다.

관리자의 경우 설치한 게이트의 출입 날짜, 시간, 아이디, 이름이 기록된 출입 기록을 열람하고, 필요한 기준에 따라 정렬, 검색할 수 있다.

본 시스템은 애플리케이션을 제공함으로써 안면 인식 학습에 필요한 데이터를 개별 사용자로부터 손쉽게 수집할 수 있다. 또한 방역 및 보안에 필요한 출입 기록을 관리자가 간편히 열람하고 관리할 수 있도록 한다.



그림 3. 애플리케이션 요약

### 3.3 전체적인 시스템 흐름

본 시스템에서는 먼저 사용자가 애플리케이션을 통해 사용자의 정보를 등록한다. 기본적인 인적 사항과 얼굴이 촬영된 짧은 동영상과 함께 서버로 전송한다. 서버에서는 인적 사항을 데이터베이스에 등록하며, 동영상에서 얼굴 부분의 이미지를 추출해 학습을 진행한다.

사용자가 라즈베리파이의 카메라에 얼굴을 비추다면 OpenCV의 Haar feature-based cascade classifiers 라이브러리를 통해 얼굴을 인식하고, 해당 프레임을 이미지 파일로 저장해 서버로 전송한다.

서버에서는 LBPH 알고리즘을 통해 라즈베리파이에서 전송 받은 사진을 분석한다. 학습된 데이터를 통해 해당 사진의 분석 결과를 도출한다면, 일치되는 회원 정보를 데이터베이스에서 찾아 다시 라즈베리파이로 결과를 반환한다. 성공적으로 일치하는 회원 정보를 찾을 수 있었다면, 회원의 이름을 반환하며 데이터베이스에 출입 기록을 등록한다. 반대로 일치하는 회원 정보를 찾을 수 없었다면, 인증이 실패했다는 코드를 라즈베리파이로 반환한다. 라즈베리파이에서는 반환 결과와 측정된 체온에 따라 도어락을 조작한다.

관리자 어플에서는 출입 기록을 확인할 수 있으며, 회원 정보 또는 출입 시간, 날짜를 통해 원하는 출입 기록만을 검색할 수 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 라즈베리파이와 OpenCV를 사용한 스마트 스피드 게이트 시스템을 구현해보았다. 많은 표본을 학습시킬수록 시스템의 인식률이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 코로나 시대의 다양한 비대면 니즈와 감시 인력

을 추가로 투입하지 않고 적절한 격리와 출입 통제 시스템을 구축할 수 있다. 얼굴인식과 체온측정을 통합함으로써, 사용자의 편의성을 도모할 수 있으며, 효율적인 출입 관리 시스템에 대해 고찰해보았다.

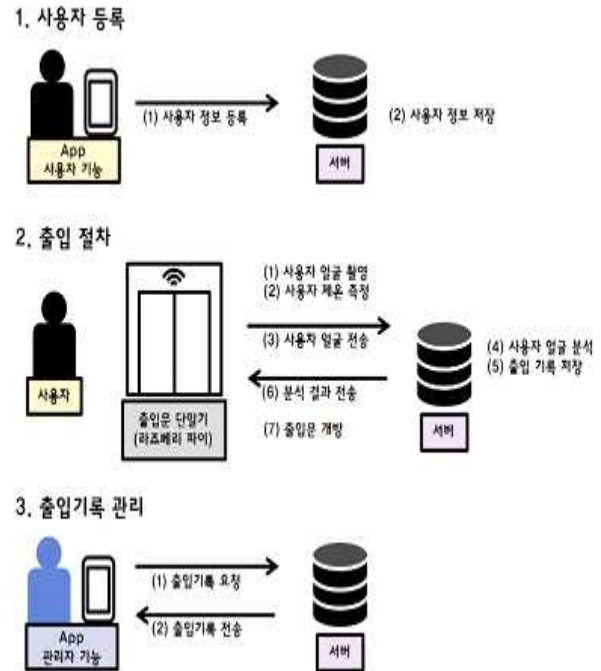


그림 4. 시스템 전체 구성도

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다

### 참고문헌

[1] OpenCV: Open Source Computer Vision Library  
<https://github.com/opencv/opencv>

[2] Marcelo Rovai, Real-Time Face Recognition: An End-to-End Project  
<https://www.hackster.io/mjrobot/real-time-face-recognition-an-end-to-end-project-a10826>

[3] Ramiz Raja, Face Recognition with OpenCV and Python  
<https://github.com/informramiz/opencv-face-recognition-python>