

# ResNet 기반 실시간 얼굴 인식 출입기록 시스템

류세열\*, 강현민, 김혜진, 이문열, 차경애  
대구대학교 정보통신공학부 멀티미디어공학전공

\*e-mail : fbtpduf@naver.com

## Recording Access Time through Facial Recognition Based on ResNet

Se-Yeol Rhyou\*, Hyeon-Min Kang, Hye-Jin Kim, Moon-Yeol Lee,  
Kyung-Ae Cha  
School of Computer & Communication Engineering, Daegu University

### 요 약

최근 회사, 기숙사 등 다양한 출입기록 관리가 필요한 단체에서 얼굴 인식을 이용한 출입 기록관리 서비스를 도입하고 있다. 그러나, 기존의 시스템은 실시간 인식이 이루어지지 않는 경우가 있으며, 카메라를 응시한 후 캡처된 사진이 서버로 전송되어 학습된 사진과 비교하는 과정을 통해 대상을 판별한다. 그러므로 사진을 인식하는 과정에서 시스템이 잘못 판별하여 출입 관리에 오류가 발생하는 등 다양한 허점이 존재한다. 이러한 문제를 해결하고자 본 논문에서는 ResNet을 이용하여 실시간으로 출입기록을 저장하는 시스템을 설계하고 구현한다.

### 1. 서론

최근 개인의 신분 확인 시스템에서 주로 사용되는 비밀번호나 Personal Identification Number(PIN), Radio Frequency Identification(RFID) 칩의 단점을 보완하기 위한 대안 중 하나로 생체인식 기술이 폭넓게 연구되고 있다[1]. 생체인식 분야 중 얼굴 인식은 직관적으로 이해 가능한 방법으로써 기숙사, 회사 등 다양한 곳에서 출입관리 시스템으로 도입되고 있다. 이러한 시스템은 카메라를 응시하면 캡처된 사진이 서버로 전송되고 학습된 사진과 비교하여 출입기록이 저장되는 방식을 사용하는 경우가 많다. 이때, 캡처된 이미지를 사용하는데 여러 가지 판별 오류를 발생시킬 가능성이 있어, 실제로 2009년 베트남 보안 전문가들이 얼굴 사진을 이용해 다른 사람의 아이디에 로그인할 수 있다는 것을 입증한 사례가 있다[2].

본 논문에서는 얼굴 이미지를 캡처하여 서버와 통신하지 않고 실시간으로 카메라에 비치는 얼굴을 탐지하여 대상을 인식하고 출입기록을 저장하는 시스템을 제안한다. 이를 위해서 딥러닝 기술인 ResNet을 사용하여 얼굴 인식의 정확도를 높이고 실시간으로 인식할 수 있게 하였다. 카메라를 응시하여 얼굴을 캡처해 처리하는 기존의 방식보다 보안성이 뛰어나며 경제성도 우수한, 효율적인 출입 기록관리 시스템을 제공한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 얼굴탐지 기술(Face Detector)

얼굴 인식 과정 중 첫 번째 단계인 Face Detect 과정은

dlib의 Histogram of Oriented Gradients(HOG), max margin object detection algorithm(MMOD), opencv의 HAAR, Deep Neural Network(DNN) 등 다양한 방법이 있다.

HOG는 사진을 흑백 변환 후, 단일 픽셀이 이를 둘러싸고 있는 픽셀들과 비교하여 명암 정도를 화살표(gradient)로 나타내어, 이러한 흐름을 통하여 사람을 탐지한다[3]. 단점은 얼굴이 정면에 있어야만 인식률이 높아지며, 앞머리가 눈썹을 덮는 등 얼굴이 살짝 가려지면 정확한 인식이 어렵다는 것이다.

HAAR은 영상에서 영역들의 밝기 차를 이용한 feature로 다양한 형태의 elementary feature들이 존재하고, 각 elementary feature에 대한 feature 값은 feature의 흰색 부분에 해당하는 영상 픽셀들의 밝기 합에서 검은색 부분의 밝기 합을 뺀 차로 계산된다[4]. 그러나, 영상 대비(contrast)의 변화, 광원의 방향 변화에 따른 영상의 밝기 변화, 물체가 회전 시 검출이 힘들고 얼굴과 비슷한 물체가 인식되더라도 이를 얼굴이라고 인식한다[5].

DNN은 HAAR, MMOD 보다 빠른 속도를 가지고 CPU 환경에서도 real time으로 작동할 수 있으며 얼굴 크기에 상관없이 다른 모델들에 비해 높은 정확도를 보인다[6].

#### 2.2 ResNet

CNN의 알고리즘인 ResNet-152은 인간의 능력을 초월하는 인식성능을 보이며 2015년도 실험 결과에 따라 3.56%의 오차율을 나타낸다고 알려져 있다[7].

ResNet은 residual block으로 Gradient가 잘 흐를 수 있게 일종의 지름길(skip connection)을 만드는 것이 핵심이고, residual block이 ensemble 모델을 구축한 것과 비슷한 효과를 내므로 성능이 뛰어나다[8].

### 3. ResNet을 이용한 실시간 얼굴 인식 시스템

#### 3.1 시스템 동작 개념

본 논문에서 제안한 시스템의 구조는 그림 1과 같이 카메라, 데이터 처리를 담당하는 Apache 서버, 데이터베이스, 스마트폰 단말기로 구성된다.

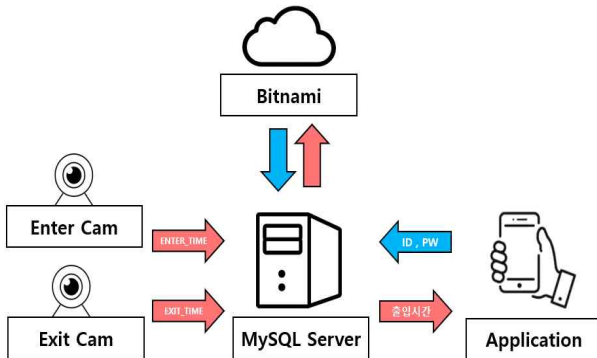


그림 1. System Operation Concept

사용처는 출입기록 시스템을 사용하고자 하는 회사, 학교 등이 불특정 단체가 될 수 있으며, 제안한 서비스를 사용하는 단체의 관리자는 어플리케이션을 통하여 소속원들을 등록한다. 등록된 소속원들이 서버에 연결된 카메라에 인식되면 해당 소속원이 출입한 시간 및 기타 데이터가 데이터베이스에 저장되며, 관리자 또는 소속원들은 저장된 데이터를 어플리케이션을 통해 확인할 수 있다.

#### 3.2 시스템 설계

제안한 시스템의 구현을 위해 스마트폰에 탑재되는 어플리케이션과 apache 서버, 데이터베이스를 그림 2와 같이 설계하였다. Face Recognition 과정은 카메라에 찍히는 영상에서 얼굴을 탐지하는 Face Detector, 얼굴의 특징을 인식하는 Shape Predict, 인식한 얼굴과 서버에 저장된 Photo를 비교하여 대상이 누구인지를 판별하는 Recognition 과정으로 구성되며, 대상의 판별과 동시에 출입시간을 MYSQL 데이터베이스에 저장한다. 저장된 데이터는 어플리케이션을 통하여 확인할 수 있고 구성원은 본인의 기록, 관리자는 등록된 구성원 모두의 기록을 볼 수 있다.

#### 4. 구현

제안한 시스템의 구현을 위하여 그림 3과 같이 출근용 ENTER\_CAM, 퇴근용 EXIT\_CAM 2개의 카메라를 사용하며, 대상을 인식하기 위해 Face Recognition, 데이터를 저장하기 위해 MYSQL Database를 사용하였다.

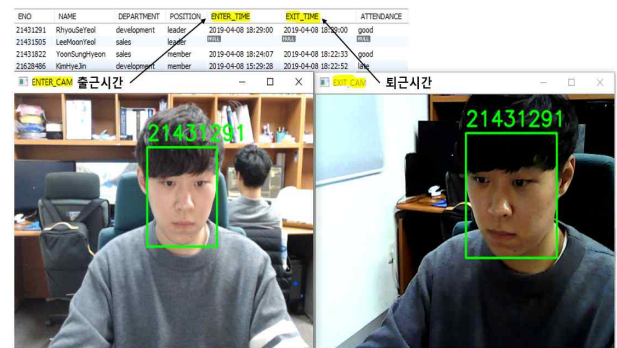


그림 3. 출입시간 기록 과정

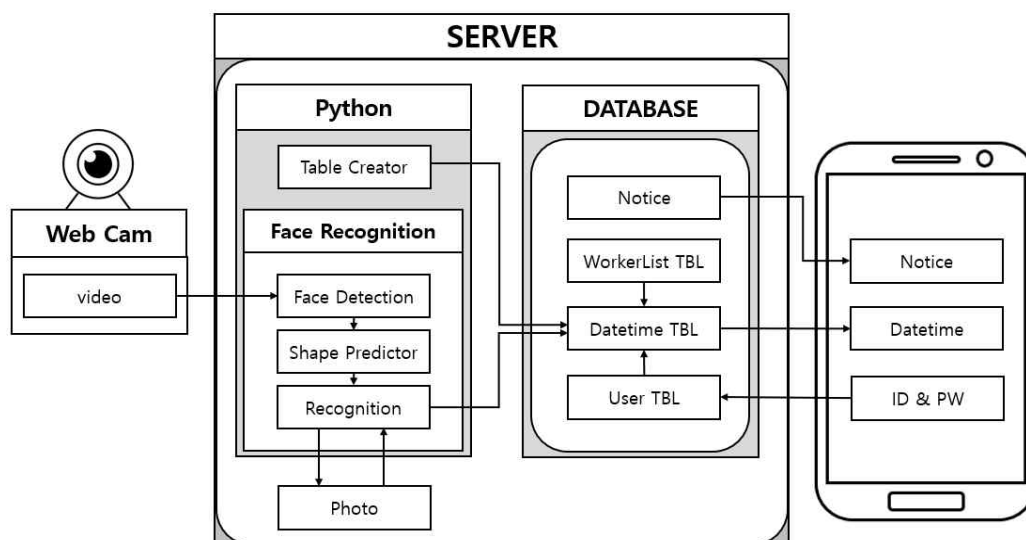


그림 2. System Structure

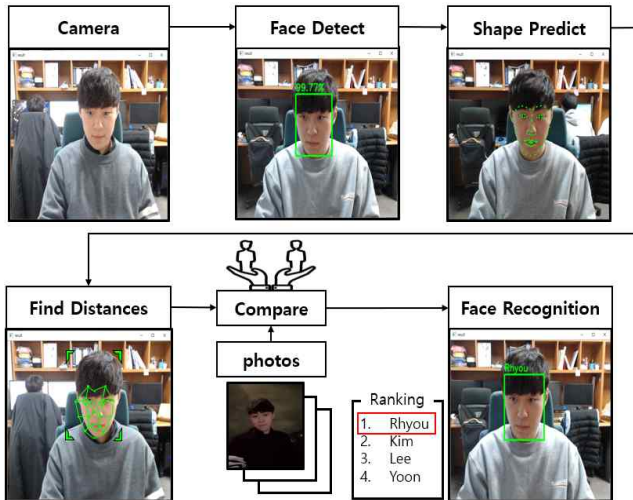


그림 4. 얼굴 인식 과정

Face Recognition의 첫 번째 단계인 얼굴탐지를 위해 OpenCV 3.3 버전에 포함되어있는 DNN Face Detector 모델을 사용하였으며, 이 모델은 Single Shot Multibox detector와 ResNet-10-Architecture를 기반이며 전체 영상에서 사람 얼굴 위치를 찾는다.

두 번째 단계인 Shape Predict에서는 dlib 패키지를 이용하여 기존에 학습된 모델인 Shape Predictor 68 face landmark를 사용하였으며, 이 모델은 Face Detect를 통해 탐지된 얼굴의 눈썹, 눈, 코, 입, 얼굴 윤곽에 총 68개의 점을 찍고 이점의 (x, y) 좌표를 배열 값에 담아 dictionary 형태로 저장한다.

마지막으로 얼굴 인식 과정은 ResNet을 이용하여 학습한 모델인 dlib\_face\_recognition\_resnet을 사용하였으며, Shape Predict에서 구한 68개의 점을 기반으로 점과 점 사이의 거리를 구하고 미리 학습된 사람들과 비교하여 대상을 판별함으로써 얼굴 인식 과정을 구현하였다.

| ENO      | NAME          | DEPARTMENT  | POSITION |
|----------|---------------|-------------|----------|
| 21431291 | RhyouSeYeol   | development | leader   |
| 21431505 | LeeMoonYeol   | sales       | leader   |
| 21431822 | YoonSungHyeon | sales       | member   |
| 21628486 | KimHyeJin     | development | member   |

(A) LIST 테이블

| ENO      | NAME          | DEPARTMENT  | POSITION | ENTER_TIME          | EXIT_TIME           | ATTENDANCE |
|----------|---------------|-------------|----------|---------------------|---------------------|------------|
| 21431291 | RhyouSeYeol   | development | leader   | 2019-04-01 08:56:05 | 2019-04-01 08:56:05 | good       |
| 21431505 | LeeMoonYeol   | sales       | leader   | NULL                | NULL                | NULL       |
| 21431822 | YoonSungHyeon | sales       | member   | 2019-04-01 08:55:49 | 2019-04-01 08:55:55 | good       |
| 21628486 | KimHyeJin     | development | member   | 2019-04-01 08:56:24 | 2019-04-01 08:56:25 | good       |

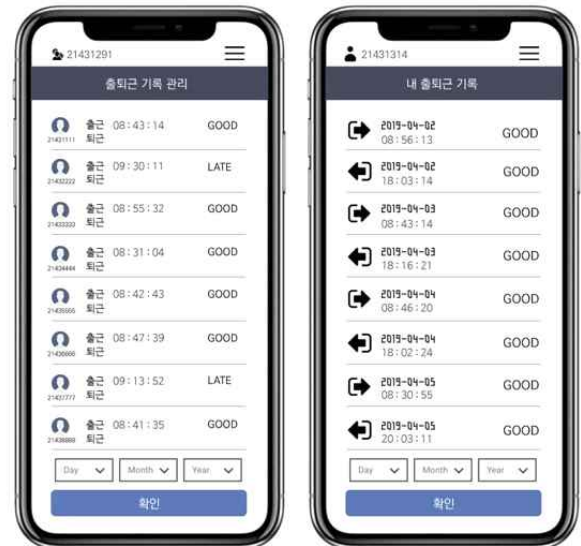
(B) aYYYY\_MM\_DD 테이블

| userID   | userPassword | userDepartment |
|----------|--------------|----------------|
| 1234     | 1234         | sales          |
| 21431291 | 1150         | development    |
| 21431505 | 9473         | sales          |
| 21628486 | 7446         | development    |

(C) USER 테이블

그림 5. 데이터베이스 테이블

데이터베이스는 사원번호(ENO), 이름(NAME), 부서(DEPARTMENT), 직위(POSITION)의 속성을 가지는 LIST 테이블(그림 5-A), 출퇴근 시간을 기록할 aYYYY(년)\_MM(월)\_DD(일) 테이블(그림 5-B), 어플리케이션 사용자의 ID와 Pass- word가 저장되는 USER 테이블(그림 5-C)로 구성하였으며, 매달 1일 00시, 1일부터 말일까지의 테이블이 Table Creator 스크립트를 통하여 자동 생성되고 LIST 테이블을 토대로 자동으로 ENO, NAME, DEPARTMENT, POSITION 값을 가지도록 구현하였다.



(a) 관리자 모드 (b) 일반 근태 현황  
그림 6. 어플리케이션 구성

어플리케이션은 데이터베이스에 저장된 값들을 사용자들이 편리하게 보기 위해 사용된다. 어플리케이션을 통하여 구성원은 (그림 6-B)와 같이 본인의 출입기록을 볼 수 있으며, 관리자의 경우 구성원 모두의 출입기록을 볼 수 있도록 구현하였다(그림 6-A).

종합적으로, ENTER\_CAM은 입장하는 구성원의 얼굴이 인식될 경우 대상이 누구인지 판별하고 그 순간 시간을 그날 테이블의 ENTER\_TIME 속성에 저장하며, EXIT\_CAM은 퇴장하는 구성원의 시간을 EXIT\_TIME 속성에 저장한다. 저장된 데이터는 어플리케이션을 통하여 열람할 수 있으며 사용자의 권한에 따라 수정 및 열람의 범위가 다르다.

## 5. 결론

오늘날 생체인식 기술이 발전함에 따라 출입기록 시스템에도 큰 변화가 찾아오고 있다. 기존의 RFID 칩을 이용한 태깅이나 회사 프로그램에 접속하여 수동으로 출퇴근을 기록하는 방법에서 지문인식이나 홍채인식, 얼굴 인식 등 생체인식 시스템이 도입되고 있으나 도입된 지 오랜 시간이 지나지 않아 충분한 검증이 이루어지지 않았고 다양한 문제점이 발견되고 있다.

본 논문에서는 생체인식 기술 중 얼굴 인식을 이용하며,

실시간으로 대상을 인지 및 판별하고 출입시간을 데이터 베이스에 저장함으로써 별도의 캡처 과정이 없는 시스템을 제시한다. 제안한 시스템은 캡처를 위한 별도의 하드웨어 비용이 들지 않아 경제적인 측면에서도 우수하다.

### 참고문헌

- [1] 김영래, 왕보현(2005), “고유얼굴을 이용한 얼굴 인식 시스템: 성능분석”, 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, Vol. 15, No. 4, p400-405.
- [2] “BLOTTER”, BLOTTER, 2017.09.14. 수정, 2019.04.03. 접속, <https://www.bloter.net/archives/289916>
- [3] 김수진(2014), “Design of Efficient Gradient Orientation Bin and Weight Calculation Circuit for HOG Feature Calculation”, Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers Vol. 51, NO. 11, p66-72
- [4] P. Viola and M. J. Jones(2001), “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features,” CVPR - haar
- [5] Da-Yeon Son, Kwang-Keun Lee(2017), “A Study on the Recognition of Face Based on CNN Algorithms”, Korean Journal of Artificial Intelligence, 5(2), p.15-25
- [6] Satya Mallick, 2019.04.02. 수정, 2019.04.01. 접속. <https://www.learnopencv.com/face-detection-opencv-dlib-and-deep-learning-c-python/>
- [7] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton (2012), “Imagenet classification with deep convolutional neural networks,” Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 21, no. 1, p.1097-1105.
- [8] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun(2015), “Deep Residual Learning for Image Recognition”, arXiv:1512.03385v1 [cs.CV]