

## 딥러닝 기술을 활용한 얼굴 인식 도어락 시스템

강윤경<sup>1</sup>, 윤태준<sup>1</sup>, 이소연<sup>2</sup>, 박지훈<sup>2</sup>, 김대영<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

<sup>2</sup>순천향대학교 소프트웨어융합학과

e-mail : { dbsrud318, 20214004, lsy8647, wlgn12www, dyoung.kim }@sch.ac.kr

## Face recognition doorlock system using deep learning

Yun Kyung Kang<sup>1</sup>, Tae Jun Yoon<sup>1</sup>, SoYeon Lee<sup>2</sup>, Ji-Hoon Park<sup>2</sup>, Dae-Young Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept of Computer Software Engineering, Soonchunhyang University

<sup>2</sup>Dept of Software Convergence, Soonchunhyang University

### 요 약

현대에 흔히 쓰이는 도어락은 안전, 보안 및 편리함에 목적을 둔다. 도어락은 손으로 직접 비밀번호를 입력하여 잠금을 해제하는 방식이다. 그러나, 이 과정 중 도어락에 지문과 같은 표식이 남아 비밀번호가 쉽게 노출되어 실제로 이러한 문제를 이용한 사회적 범죄가 일어나고 있다. 이와 같은 문제를 예방하기 위해 본 논문에서는 “딥러닝 기술을 활용한 얼굴 인식 도어락 시스템”을 제안한다. 이 시스템은 도어락에 초음파 센서로 접근한 객체를 인식하고 카메라 모듈로 객체를 딥러닝 모델을 활용하여 인식하여 인가된 인원인지 판단한다. 본 시스템을 통해 기존 도어락의 보안 취약점을 보완하여 범죄 예방에 도움이 되고자 한다.

### 1. 서 론

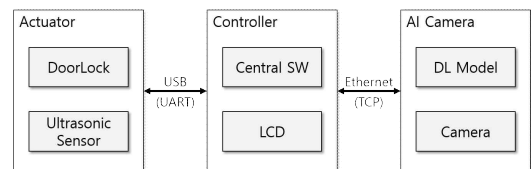
4차 산업혁명 시대에 사용되고 있는 도어락은 안전과 보안의 목적과 편리함을 목적에 두고 있다. 복제키 등으로 인한 사건, 사고가 줄어들었지만 도어락에 비밀번호를 직접 입력하는 과정에서 흔적이 남아 비밀번호가 노출되는 문제점이 존재한다[1]. 이러한 취약점을 보완한 지문, 홍채, 망막, 음성 등 생체 정보 기반 스마트 도어락이 연구되고 있지만, 이는 개인 정보가 타인에게 노출된다는 점에서 거부감이 높고 비인가자가 출입을 시도한 흔적을 확인할 수 없는 문제점이 존재한다[2].

이에 본 논문에서는 비접촉식 방법으로 카메라만 응시하면 되기 때문에 사용자들의 거부감이 적고[3], 사용자 편의성과 모니터링 등 관리의 효율성으로 인해 수요가 증가하고 있는 얼굴 인식 기술을 활용하여 사전에 등록된 인가자에 대해서는 출입을 허가하고 비인가자에 대해서는 출입 시도한 영상을 저장한 후 실시간 또는 나중에 확인할 수 있도록 함으로써 사용자의 접근성, 보안성을 높인 딥러닝 기반의 얼굴 인식 디지털 도어락 시스템을 설계하고 구현하였다.

## 2. 시스템 설계 및 구현

### 2.1. 시스템 구조

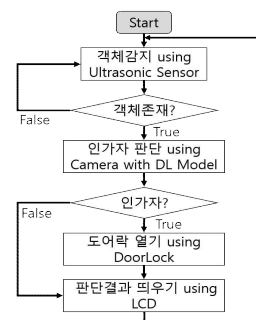
본 논문의 시스템 구조는 그림 1과 같으며, 흐름도는 다음 그림 2와 같다. 먼저, Actuator의 Ultrasonic Sensor를 통해 도어락 정면에 객체의 유무를 판단한다. 만약 객체가 존재한다면 Actuator는 Controller로 “Detected”신호를 전송한다. 신호를 수신받은 Controller는 Central SW를



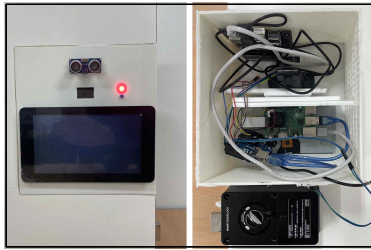
(그림 1) 시스템 구조

통해 AI Camera로 정면에 존재하는 객체가 인가된 인원인지에 대한 인식을 요구하는 “Request”를 전송한다. 신호를 수신받은 AI Camera는 Camera를 실행시킨 뒤 도어락 정면의 영상을 촬영한다. 촬영된 프레임은 사전에 학습이 완료된 DL Model로 이동해 인가된 인원인지 파악한다. 파악된 결과인 “Result”는 다시 Controller의 Central SW로 전달된다. Central SW는 전달받은 인식 결과를 LCD로 띄워주고 인가된 인원일 경우엔 Actuator로 “Open” 명령을 전송한다. 해당 명령을 전달받은 Actuator는 닫혀있는 DoorLock에 “Open” 명령을 최종적으로 전달해 실제 도어락을 열게 된다.

### 2.3. 시스템 구현



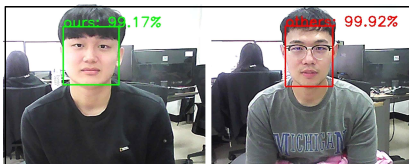
(그림 2) 시스템 흐름도



(그림 3) 시스템 구현 결과

본 시스템에서 사용된 Actuator는 Arduino Uno 보드로 GPIO 핀을 통해 초음파 센서 모듈과 도어락을 구동시킨다. Actuator는 초음파 센서의 객체 감지 결과를 USB 케이블을 통해 Controller 측으로 데이터를 송신한다. Controller는 Raspberry Pi 3b+ 보드로 Raspberry Pi 재단으로부터 제공된 Debian 계열의 Raspbian 운영체제를 사용하였다. Controller는 Ethernet을 통해 AI Camera와 1:1로 연결하였고 TCP로 통신한다. 또한 해당 연결을 통해 AI Camera로 인가된 인원 여부 판별을 명령한다. AI Camera는 Jetson Nano 보드로 NVIDIA 회사로부터 제공된 AI 버전 인식 개발용 SDK인 JetPack 운영체제를 사용하였다. AI Camera는 카메라 모듈에서 촬영된 영상을 딥러닝 모델을 이용하여 인가된 인원인지 판단한다.

훈련용 타겟 얼굴 이미지는 인가된 인원과 인가되지 않은 인원 두 가지로 분류하여 수집하였다. 먼저 인가된 인원 이미지 수집의 경우, 카메라 영상에서 프레임 한 장을 읽고 Haar cascade[4] 얼굴 분류기를 적용하여 사각형의 얼굴 영역이 검출되면 이미지를 저장한다. 인가되지 않은 인원의 경우, AI Hub에서 제공하는 ‘한국인 안면 이미지’ 데이터셋을 활용하였다[5]. 해당 데이터셋은 한국과학기술연구원(KIST) 인공지능 연구단 주도로 2017년부터 2019년까지 구축된 데이터셋이며, 성별과 연령대가 각기 다른 한국인 1,000명을 대상으로 다양한 포즈, 표정, 액세서리와 같은 다양한 환경이 고려된 데이터셋이다. 본 시스템에서는 해당 데이터셋에서 600장을 추출하여 인가되지 않은 인원의 데이터로 사용하였다. 최종적으로 인가된 인원 이미지 600장, 인가되지 않은 인원 이미지 600장으로 총 1,200장을 수집하여 데이터셋을 구축하였다.



(그림 5) 얼굴 분류 결과

그림 5는 얼굴 인식 후, 이진 분류를 통해 도출된 결과이다. 먼저 얼굴 인식을 위해 OpenCV에서 제공되는 사전 학습된 딥러닝 모델을 활용해 카메라로 촬영된 객체의 얼굴을 감지하고 지역화한다. 지역화된 이미지는 인가된 인원임을 판단하기 위해 CNN 모델 기반의 이진 분류 학습을 진행한다. 출력은 “ours”, “others” 두 클래스로 분류하였으며, 총 1,200개의 이미지 데이터를 학습용 80%, 테스트용 20% 비율로 랜덤하게 구분하여 batch 512, epoch 50으로 모델에 입력하여 학

습을 진행하였다. 학습된 결과를 바탕으로 도어락이 Open/Close 되는 것을 그림 6에서 확인할 수 있다.



(그림 6) 시스템 동작 결과

#### 4. 결 론

본 논문에서는 초음파 센서와 딥러닝 모델을 이용하여 인가자에 대해서만 출입 가능한 “딥러닝 기술을 활용한 얼굴 인식 도어락 시스템”을 설계 및 구현하였다. 해당 시스템은 실시간으로 출입 시도자를 인지 및 판별하여 출입 관리를 하므로 출입자를 일상적인 출입 과정만으로도 관리되어 사용자 편의성과 관리 시스템의 효율성을 향상하였다. 더불어 비인가자에 대해서는 출입을 시도하거나 다녀간 흔적을 영상으로 저장한 후 나중에 확인할 수 있도록 함으로써 보안성 또한 높였다. 카메라를 통해 얼굴 인식 기술을 활용하여 비접촉식 방식으로 사용자의 접근성을 높이고 비밀번호 노출 위험성을 줄여 발생 가능한 범죄를 사전 예방할 수 있다.

\*본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 혁신조달 연계형 신기술 사업화 사업으로 수행된 연구결과입니다(No. P0014176). 또한, 본 연구는 한국연구재단 4단계 두뇌한국21사업(4단계 BK21사업)의 지원을 받아 작성되었습니다(No. 5199990914048).

#### 참 고 문 헌

- [1] 최덕규, 이상빈, 박진솔, 권용민, 김준빈, 권민지, 장재민, 정우원. “원격 제어가 가능한 스마트 도어락.” 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집. Vol.28 No.2, pp.261-262, 2020.
- [2] 허석렬, 김강민, 이완직. “딥러닝 얼굴인식 기술을 활용한 방문자 출입관리 시스템 설계와 구현.” 디지털융합연구. Vol.19 No.2, pp.245-251, 2021.
- [3] 옥기수, 권동우, 김현우, 안동혁, 주홍택. “얼굴 인식 Open API를 활용한 출입자 인식 시스템 개발.” 정보처리학회논문지. 컴퓨터 및 통신시스템. Vol.6 No.4, pp.169-178, 2017.
- [4] 정경희, 조성혁, 김장환, 김영철. “Haar Cascade Classifier와 LBPH 알고리즘 기반으로 객체 식별 모델 연구 사례.” 한국정보과학회 학술발표논문집. Vol.2020 No.12, pp.1553-1555, 2020.
- [5] AI Hub, <https://aihub.or.kr/aidata/73>