

안면 인식이 적용된 스마트 도어락

이다영¹, 전제욱², 하윤서³, 서혁준⁴

¹경북대학교 IT대학 전자공학부 학부생

²홍익대학교 전자전기공학부 학부생

³서울시립대학교 화학공학과 학부생

⁴LG CNS

lde2325@naver.com, nenimepic@g.hongik.ac.kr, hys020311@uos.ac.kr,
suh_hyuck_jun@hotmail.com

Smart door locks with facial recognition

Da-Young Lee¹, Jea-Wook Jeon², Yun-Seo Ha³, Hyuck-Jun Suh⁴

¹Dept. of Electronic Engineering, Kyung-pook University

²Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Hong-ik University

³Chemical Engineering, University Of Seoul

⁴LG CNS

요 약

기존 도어락의 핀 인증 방식은 사용자에게 따라 불편함을 느끼기도 한다. 이에 대한 솔루션으로 안면 인식 도어락을 제안하며 Jetson nano에 face recognition 딥러닝 모델을 적용한 도어락을 제작한다. 거주자의 이미지를 촬영한 뒤 얼굴의 특징점을 분석하여 저장한다. 사용자가 도어락의 카메라에 인식되었을 때 저장된 안면 정보를 바탕으로 사용자가 거주자의 특징점과 일치하는지 확인한다. 거주자 입이 인지되었을 때 도어락은 unlock되어 열리게 된다. 안면 인식 도어락 사용 시 보안상 취약해질 수 있는 기존 도어락의 핀 인증 방식에 대해 보안을 강화할 수 있으며 카메라를 통해 촬영된 사용자의 사진 및 영상을 활용하여 여러 서비스를 적용할 수 있다.

1. 서론

기존 가정용 도어락의 핀번호 입력 방식은 외부 침입자 공격에 취약성이 노출되어 있으며 핀번호를 기억하지 못하는 노인이나 어린이, 그리고 신체가 불편한 사용자에게 있어서 사용성이 떨어진다. 이러한 단점을 극복하기 위해 핀번호 입력 대신 딥러닝을 활용한 face recognition을 보안 솔루션으로 제안한다. 안면인식 도어락은 물리적인 비밀번호 입력이 없어도 사람을 인식하여 출입이 가능하기 때문에 신체적이나 정신적 특성과 관련 없이 누구든 쉽고 안전하게 출입할 수 있다. 임베디드(HW)에서의 구동이 적합한 face recognition 딥러닝 모델을 선정하고 연구한다. 선정한 딥러닝 모델을 Jetson nano(임베디드 HW)에서 구현하고 도어락에 필수적인 기능적인 요소를 코드로 설계한다. 안면 인식 도어락이 구현된 Jetson nano에 제어기(HW)를 제작하여 실제 도어락을 제작한다.

도어락 특성상 사용자뿐 아니라 택배 기사, 배달원 등 다양한 외부인들도 얼굴 정보를 기록한다는 점에

서 서버가 해킹될 시 많은 사람들의 얼굴이 유출될 수 있으며, 서버 해킹 시 도어락이 외부의 해커에 의해 작동할 수 있다는 점에서 상당한 위험이 따른다. 이러한 도어락의 특수성을 고려하여 임베디드 HW에서 face recognition 딥러닝 모델을 구현시키는 것으로 결정하였다.

본 프로젝트는 이미 안면 인식 기능이 내장된 모듈, 센서를 사용하지 않고 Jetson nano에 가장 최적화된 최신 딥러닝 모델을 구현하여 현재 시중에 출시된 안면 인식 도어락 대비 더 높은 정확도와 성능을 기대할 수 있다. 저성능 아두이노를 사용하는 것이 아닌 Jetson nano를 임베디드 HW로 활용하여 보다 딥러닝 모델을 빠른 속도로 실행한다.

2. 요구사항

안면인식 도어락 제작을 위해 3가지 요구사항을 충족시키기 위해 Jetson nano를 사용했다. 첫째, 실시간 사용자 인식을 처리하기 위해 NVIDIA GPU를 탑재하고 있는 임베디드 보드를 선택했다. GPU를 통해 딥러닝 모델을 가속화하여 빠른 실행 속도를

제공하며 실시간 처리를 위해 필요시된다. 둘째, 모바일 장치를 위한 적절한 크기를 가지고 있으며 전력 소모량이 적다. 이는 임베디드 시스템 개발을 위해 필요한 특성으로 도어락의 효율성을 높인다.

‘안면인식 도어락’에 적용되는 Face Recognition 알고리즘은 2가지 중요한 조건이 요구된다. 첫째, 일반적인 PC보다 성능이 낮은 임베디드 프로세서에서 작동해야 하므로 Mobile에 적합한 크기의 알고리즘이 필요하다. 둘째, 도어락이 보안장치인 만큼 높은 정확도가 요구된다. 어느 모델이든 성능과 크기 사이에서 Trade-off가 존재하지만 모바일 보안장치 특성 상 이 둘을 모두 충족하는 알고리즘이 요구된다.

CNN(Convolutional Neural Network)은 주로 이미지 및 비디오 처리와 같은 컴퓨터 비전 작업에 사용되는 딥러닝 모델의 한 유형으로 데이터의 패턴을 탐지하고 학습하기 위해 사용된다. 또한 대규모 데이터셋에서 사전 훈련된 가중치를 사용하여 높은 정확성을 제공하는 장점이 있으며, 다양한 모델 아키텍처를 포함하는 범용 딥러닝 모델인 만큼 각 기능에 요구되는 Library를 이용할 수 있다. CNN 모델은 Jetson Nano와 같은 NVIDIA GPU를 갖춘 임베디드 시스템에서 하드웨어 가속을 활용할 수 있으므로 모델 실행 속도가 빠르다는 장점도 있다. 이러한 장점들을 바탕으로 우리는 CNN 모델 기반의 Face Recognition 라이브러리를 활용 및 수정하여 안면인식 도어락을 구현하였다.

```
while True:
    _, frame = cam.read()
    #frameSmall=cv2.resize(frame, (0,0), fx=0.33, fy=0.33)
    frameRGB=cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    facePositions=face_recognition.face_locations(frameRGB, model='cnn')
    allEncodings=face_recognition.face_encodings(frameRGB, facePositions)
    for (top,right,bottom,left),face_encoding in zip(facePositions,allEncodings):
        name='Unknown Person'
        matches=face_recognition.compare_faces(Encodings,face_encoding)
        if True in matches:
            first_match_index=matches.index(True)
            name=Names[first_match_index]
            cv2.rectangle(frame, (left,top), (right,bottom), (0,0,255), 2)
            cv2.putText(frame, name, (left,top-6), font, 0.75, (0,0,255), 2)
#top=top*3
#right=right*3
#bottom=bottom*3
#Left=Left*3
cv2.imshow('Picture', frame)
cv2.moveWindow('Picture', 0, 0)
if cv2.waitKey(1) == ord('q'):
    break
```

(그림 1) Face_Recognition 코드 일부

그림 1은 웹캠으로부터 실시간으로 읽어온 영상에서 얼굴을 인식하고, 저장된 얼굴 특징과의 일치 여부를 확인하여 해당 얼굴이 어떤 사용자에게 해당하는지 판별하는 얼굴 인식 시스템을 구현하고 있다.

코드는 무한 루프를 통해 웹캠에서 프레임을 지속적으로 읽어오며, 각 프레임은 RGB로 변환된다. Face_Recognition 라이브러리의 CNN 모델을 이용

하여 얼굴의 위치를 탐지하고, 얼굴 특징을 추출한다. 이때 model='cnn' 파라미터를 사용하여 CNN을 활성화한다.

이후, 추출된 얼굴 특징은 미리 저장된 얼굴 특징과 비교된다. compare_faces 함수에서는 얼굴 특징 간의 유사성을 비교하는데, 이는 얼굴의 특징 벡터 간의 거리를 계산하여 이루어진다. 각 얼굴에 대한 특징 벡터는 CNN을 통해 추출된 고차원의 수치 데이터이다. 일반적으로 두 얼굴의 특징 벡터 간의 거리가 작을수록 두 얼굴이 비슷하다고 판단된다.

등록된 사용자와 일치한다고 판단되는 경우 해당 사용자의 이름을 가져오고, 사용자가 등록되지 않은 경우에는 'Unknown Person'으로 지정된다. 이후 화면에 빨간 사각형으로 표시된 인식된 출입자 얼굴 위에 해당하는 이름을 표시한다.

얼굴이 등록된 사용자일 경우 서보모터를 90도로 제어하여 도어락을 열게 되며, 그렇지 않을 경우 서보모터를 조작하지 않아 도어락이 잠겨 있는 상태를 유지한다. 이러한 도어락 기능의 구현은 상용 도어락의 원리를 따르며 서보모터를 PWM (Pulse Width Modulation)으로 제어하여 정확하고 안정적인 도어락 열고 닫힘 동작을 목표로 한다.

3. 결론

본 연구에서는 안면 인식을 기반으로 한 스마트 도어락의 개발에 대한 접근을 소개했다. 기존의 도어락은 사용자에게 불편함을 초래하고 보안에 취약한 부분이 있어, 안면 인식 기술을 활용하여 이러한 문제를 극복하고자 하였다. 이를 위해 Jetson Nano에 face recognition 딥러닝 모델을 적용하여 도어락을 제작하였다.

본 프로젝트에서는 Jetson Nano의 활용을 통해 실시간 처리와 낮은 전력 소모량을 갖는 임베디드 시스템을 구현했다.

또한, 서버를 사용하지 않고 임베디드 HW에서 안면 인식 딥러닝 모델을 구현하여 보다 안전한 시스템을 제공했다.

연구 결과, 사용자들에게 편의성과 안전성을 동시에 제공하며 앞으로의 연구와 발전을 통해 더욱 안정적이고 현실적인 제품으로 발전할 수 있을 것으로 기대된다.

- 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다-