COVID-19 예방을 위한 시설 관리 스마트 도어록 시스템

신슬기*, 신슬비*, 유기원*
*성결대학교 컴퓨터공학과
seulgi9834@naver.com, seulbi0108@naver.com, rldnjsrldnjs12@naver.com

Facility Management Smart Door-Lock System for COVID-19 Prevention

Seul-Gi Shin*, Seul-Bi Shin*, Ki-Won Yoo*
*Dept. of Computer Engineering, Sung-Kyul University

요 약

본 논문은 COVID-19 유증상자를 사전에 판별해 유증상자의 시설 출입을 제한하고, 비접촉 인증 방식인 RFID, 얼굴인식을 사용해 시설 내 COVID-19 집단 감염을 예방하는 시설 관리 스마트 도어록을 제안한다. 기존 디지털 도어록 및 스마트 도어록은 가정용으로 개발되어 많은 사람이 이용하는 다중 시설에서 사용하기에 불편하다. 본 연구에서 구현한 도어록은 아두이노 센서를 통해 시설 사용자의 체온과 산소 포화도 값을 받아 사용자의 COVID-19 증상 유무를 판단한다. 유증상자의 경우 경고음을 울려 시설 출입을 사전에 제한한다. 체온과 산소포화도 측정 후 비접촉 인증 방식인 RFID, 얼굴인식을 통해 시설 출입을 통제한다. 시설 관리자는 RFID, 얼굴인식, 도어록 전용 애플리케이션을 사용해 시설에 출입할 수 있다. 본 시스템을 통해 시설 관리가 편리해지고, 증가하고 있는 스마트 빌딩 및 무인 시설에 활용할 수 있다.

1. 서론

디지털 도어록에 대한 수요가 증가함에 따라 다양한 인증 방식의 도어록이 개발되고 있다. 과거에는 비밀번호, 카드키를 인증 방식으로 사용했지만, 현재는 지문인식, 음성인식, 얼굴인식 등 생체인식을 사용하는 스마트 도어록 제품을 연구하고 있다.[1] 스마트빌딩, 무인 시설 등 기술이 발전하면서 다중 시설에서 출입 통제를 위한 도어록과 관련된 기술 연구가 진행되고 있다.[2] 하지만 대부분의 도어록은 가정용으로 개발된다.

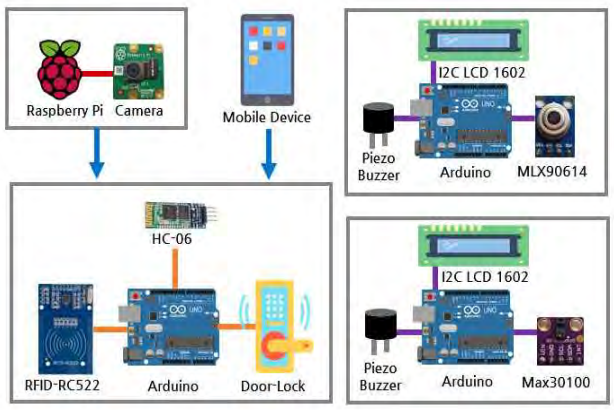
최근 COVID-19로 인해 다중 시설에서의 비대면 출입 통제에 대한 관심이 높아지고 있지만, 비대면 출입 통제를 위한 시설 관리용 도어록을 찾기 힘들다.

본 논문에서는 시설 출입 전 체온과 산소포화도를 측정해 COVID-19 유증상자를 시설 출입 전에 판별하고, 비접촉 인증 방식인 RFID, 얼굴인식, 도어록 전용 애플리케이션을 사용해 COVID-19를 예방할 수 있는 시설 관리 스마트 도어록 시스템을 제안하고 구현한다.

2. 시스템 제안

2.1 시스템 설계

본 시스템을 구현하기 위한 시스템의 구조는 그림 1과 같다.

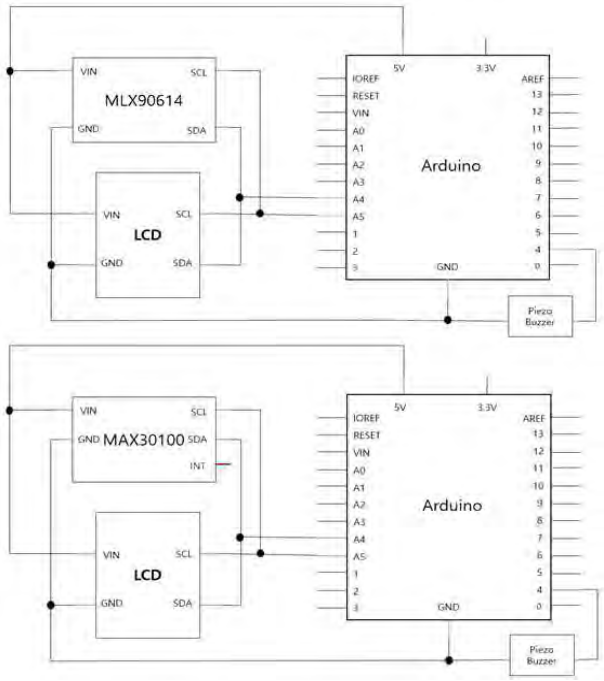


(그림 1) 시스템 구조

본 시스템의 하드웨어는 라즈베리파이 1개, 아두이노 3개, 모바일 디바이스 1개로 구성되어 있다. 각각의 하드웨어에는 얼굴인식, RFID 카드 읽기, 체온

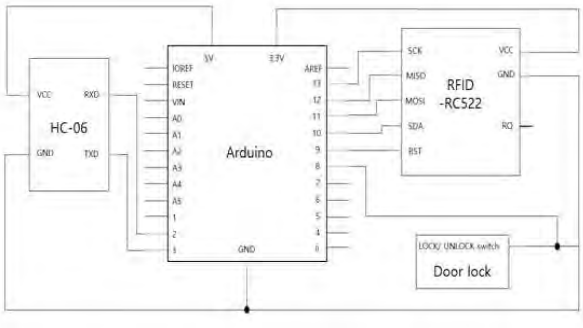
측정, 산소포화도 측정을 위한 소프트웨어가 있다. 하드웨어는 블루투스 통신을 사용해 아두이노와 연결된 도어록을 제어한다.

2.2 주요 하드웨어 구성



(그림 2) 센서와 결합한 아두이노 회로도

COVID-19 유증상자를 판별하기 위해 비접촉 온도 감지 센서인 MLX90614, 산소포화도 및 심박 센서인 MAX30100을 아두이노에 연결했다. LCD 모듈인 I2C LCD 1602를 탑재해 사용자가 본인의 산소포화도, 체온을 확인할 수 있도록 했다. COVID-19 증상인 체온 37.5℃ 이상, 산소포화도 90% 이하면 피에조 부저를 통해 경고음을 울려 유증상자의 시설 출입을 사전에 제한한다. 하드웨어 회로도는 그림 2와 같다.



(그림 3) 도어록과 결합한 아두이노 회로도

개조한 도어록, RFID 사용을 위해 RFID-RC522 모듈, 블루투스 통신을 사용하기 위해 HC-06 모듈을 아두이노에 탑재했다. 프로그램에 등록된 카드만 도어록을 제어할 수 있다. 블루투스 통신을 통해 특정 문자를 입력받으면 도어록이 개폐되도록 설계했다. 하드웨어 회로도는 그림 3과 같다.

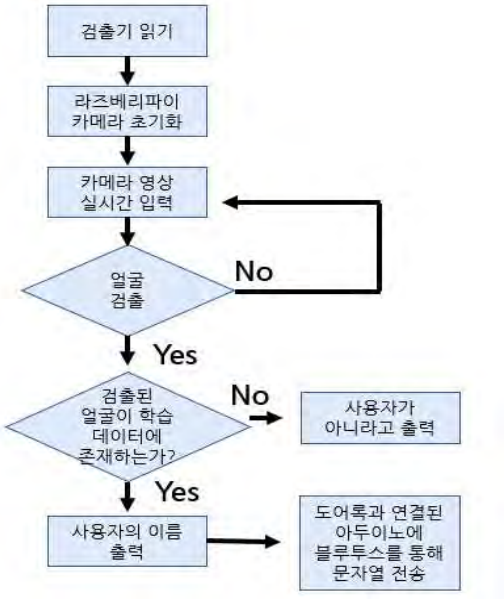
라즈베리 파이3 B+에 터치 디스플레이와 카메라 모듈을 연결해 얼굴인식을 위한 하드웨어를 구성했다. 라즈베리 파이3 B+에 탑재된 블루투스를 통해 아두이노와 연결된 도어록을 제어할 수 있다.

2.3 주요 소프트웨어 구성

본 시스템은 얼굴 인식을 위해 OpenCV(Open Computer Vision)의 하르 캐스케이드 분류기(Haar Cascade Classifier)를 사용했다. 라즈베리 파이3 B+에 OpenCV를 설치하고, OpenCV가 제공하는 분류기 XML 파일을 활용했다.

얼굴 인식을 인증 방식으로 사용하는 도어록을 구현하기 위해서는 얼굴 데이터 수집, 학습, 얼굴 인식 3가지의 과정이 필요하다.

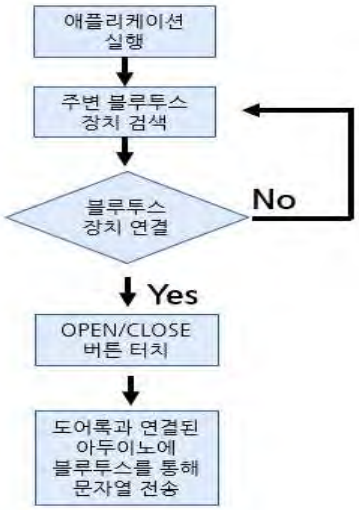
사용자의 얼굴 데이터를 수집하기 위해 Haar Cascade가 인식한 정면 얼굴 사진 50장을 촬영한 후 저장한다. 수집한 사진 50장을 학습시키고, 그 결과를 yml 파일로 저장한다.



(그림 4) 사용자 얼굴 인식 알고리즘 순서도

그림 4는 사용자 얼굴 인식 및 도어록 제어 과정을 표현한 순서도이다. 학습을 통해 저장된 yml 파일에

추출된 사용자의 특징과 일치하는지 확인한다. 실시간 영상을 통해 인식한 얼굴이 학습된 데이터에 존재하면 도어록과 연결된 아두이노에 블루투스 통신으로 도어록을 제어하는 문자열을 전송한다.

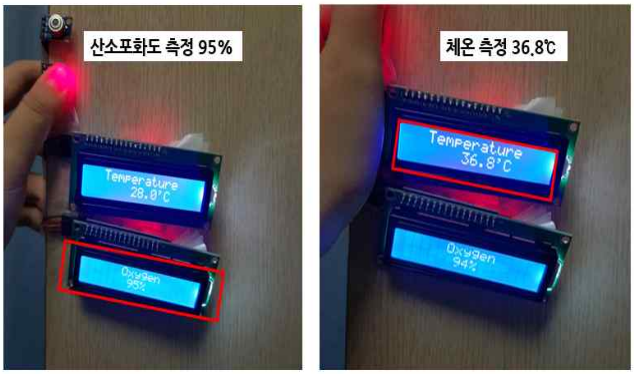


(그림 5) 사용자 얼굴 인식 알고리즘 순서도

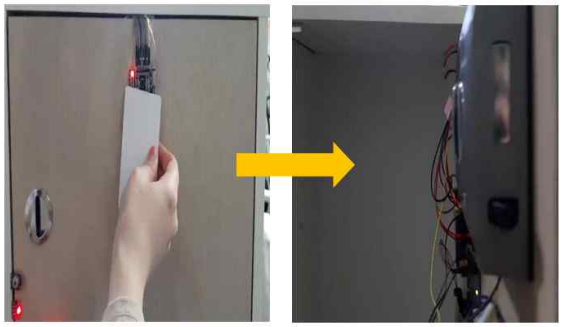
그림 5는 관리자 전용 애플리케이션을 사용한 도어록 제어 과정이다. 애플리케이션 실행 후, 블루투스 연결을 위해 블루투스 검색을 진행한다. 관리자는 제어하고자 하는 도어록을 연결하기 위해 비밀번호를 입력한다. 애플리케이션의 버튼을 터치해 도어록과 연결된 아두이노에 블루투스 통신으로 도어록을 제어하는 문자열을 전송한다.

3. 시스템 구현

2장에서 제안한 시스템을 직접 구현하고 테스트를 진행했다.

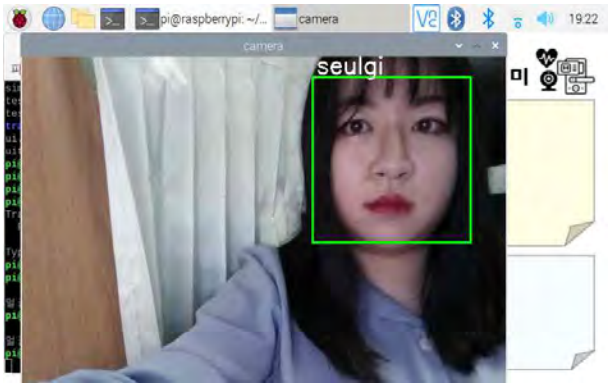


(그림 6) 체온, 산소포화도 측정 실험

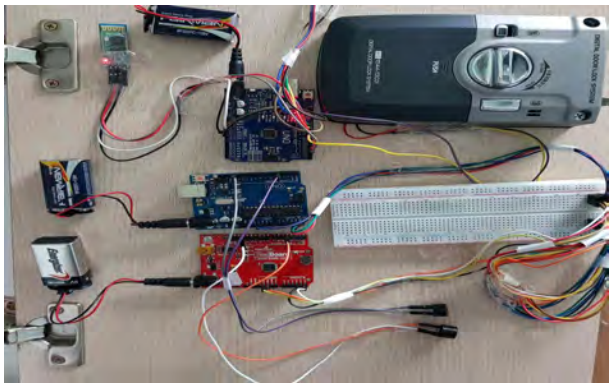


(그림 7) RFID 카드 인증을 사용한 도어록 제어

구현한 체온, 산소포화도 측정 시스템을 실험한 결과 그림 6과 같이 체온과 산소포화도 측정 기능 모두 정상적으로 작동하는 것을 확인했다. 유증상자 판별 시스템도 정상 작동했다. 그림 7과 같이 RFID 카드 인증을 통한 도어록 작동도 확인했다.

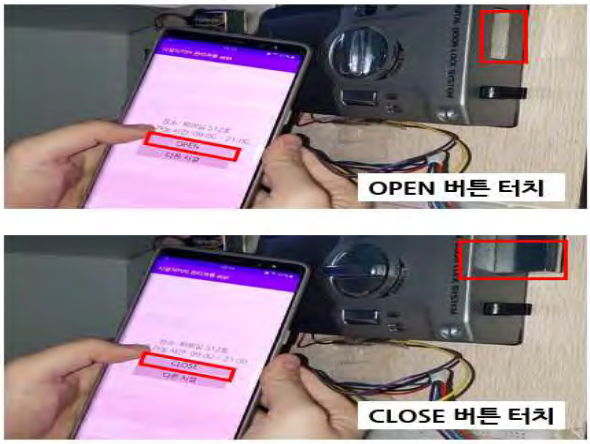


(그림 8) 얼굴인식 프로그램 실행 화면



(그림 9) 도어록 내부

그림 8은 얼굴인식 프로그램을 실행한 화면이다. 등록된 사용자가 얼굴인식 프로그램을 실행하면 블루투스 통신을 통해 도어록과 연결된 아두이노에 특정 문자를 보내고 그림 9과 같이 도어록이 열린다.



(그림 10) 애플리케이션을 사용한 도어록 제어

그림 10은 관리자 전용 애플리케이션을 사용해 도어록을 제어하는 모습이다. 관리자가 애플리케이션을 사용해 블루투스 통신으로 도어록과 연결된 아두이노에 특정 문자를 보내면 도어록을 열거나 닫을 수 있다.

5. 실험 결과

실제로 시스템을 시설에 도입하기 위해서 실험을 진행했다. 건물 안 복도에서 여성 4명, 남성 4명을 대상으로 시설 관리 스마트 도어록 시스템을 사용해 문을 열도록 했다.

실험 결과 RFID 카드 인증을 통한 도어록 작동과 관리자 전용 애플리케이션을 사용한 도어록 작동은 8명 문제없이 작동했다. 체온, 산소포화도 측정도 약간의 오차는 있지만, 유증상자 판별에는 문제가 없었다. 하지만 얼굴인식 부분에서는 같은 성별이거나 비슷한 얼굴 특징을 가지고 있는 경우 등록되지 않았지만, 등록된 사용자와 동일 인물이라고 판단하는 경우가 있었다. 1차 인증 방식으로 얼굴인식, 2차 인증 방식으로 RFID 카드를 사용한다면 정확성을 높일 수 있다. 본 시스템을 상용화할 경우, 시설에 목적에 따라 인증 절차를 설정하면 될 것이다.

6. 결론

COVID-19 유증상자를 사전에 판별해 유증상자의 시설 출입을 제한하고, 비접촉 인증 방식인 RFID, 얼굴인식을 사용해 시설 내 집단 감염을 예방하는 시설 관리 스마트 도어록을 구현했다.

본 연구를 활용하여 스마트 빌딩, 무인 시설 관리 시스템에 도입할 수 있다. 그리고 다중 이용 시설에서의 COVID-19와 같은 전염병 감염을 예방하는 비대면 출입 통제 시스템으로 활용할 수 있다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 김태호, 박민우, 임형신, 최현호, “얼굴과 음성 인식 기능을 갖춘 스마트폰 기반 원격제어 도어락 시스템”, 한국정보통신학회 종합학술대회 논문집, 24, 1, 413-416, 2020.

[2] 조재승, "무인 출입관리 시스템 디지털 도어록 디자인 연구.", 디지털디자인학연구, 15, 1, 235-243, 2015