

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
KHOA KỸ THUẬT MÁY TÍNH

LÊ CÔNG PHA
NGUYỄN NGỌC TÂN TÀI

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
XÂY DỰNG GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT RA VÀO BẰNG
RFID VÀ NHẬN DIỆN KHUÔN MẶT
BUILDING ACCESS CONTROL SOLUTION USING RFID &
FACIAL RECOGNITION

KỸ SƯ NGÀNH KỸ THUẬT MÁY TÍNH

TP. HỒ CHÍ MINH, 2020

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
KHOA KỸ THUẬT MÁY TÍNH

LÊ CÔNG PHA – 15520597

NGUYỄN NGỌC TÂN TÀI – 15520746

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
XÂY DỰNG GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT RA VÀO BẰNG
RFID VÀ NHẬN DIỆN KHUÔN MẶT
BUILDING ACCESS CONTROL SOLUTION USING RFID &
FACIAL RECOGNITION

KỸ SƯ NGÀNH KỸ THUẬT MÁY TÍNH

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN
PHAN ĐÌNH DUY

TP. HỒ CHÍ MINH, 2020

THÔNG TIN HỘI ĐỒNG CHẤM KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

Hội đồng chấm khóa luận tốt nghiệp, thành lập theo Quyết định số 98/QĐ-DHCNTT ngày 02 tháng 03 năm 2020 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ Thông tin.

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên cho em xin trân trọng gửi lời cảm ơn chân thành và sự tri ân sâu sắc đối với các thầy cô của Trường Đại học Công nghệ thông tin, đặc biệt là các thầy cô khoa Kỹ thuật Máy tính đã tạo điều kiện và hỗ trợ chúng em trong quá trình thực hiện khóa luận tốt nghiệp.

Để có thể hoàn thành báo cáo này, chúng em xin chân thành gửi lời cảm ơn đến thầy Phan Đình Duy đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo và góp ý cho chúng em trong suốt quá trình thực hiện khóa luận.

Bên cạnh đó, nhóm thực hiện cũng xin gửi lời cảm ơn đến các anh chị, các bạn đã và đang học tập tại khoa Kỹ thuật Máy tính đã chia sẻ kinh nghiệm cũng như góp ý để đề tài được thực hiện suôn sẻ.

Và cũng không thể không nói đến sự giúp sức của những cô, chú, anh, chị là người thuê trọ tại khu trọ của gia đình Pha, đã hưởng ứng, sẵn lòng giúp nhóm thu thập dữ liệu hình ảnh của mình, một phần rất quan trọng trong quá trình phát triển đề tài này.

Cuối cùng, vì kiến thức chuyên môn còn hạn chế và bản thân vẫn chưa có nhiều kinh nghiệm thực tiễn nên nội dung của báo cáo không tránh khỏi những thiếu sót. Kính mong quý thầy, cô và hội đồng chấm luận văn góp ý để luận văn khóa luận được hoàn thiện hơn.

Chúng em xin chân thành cảm ơn!

TP. Hồ Chí Minh, ngày 19 tháng 12 năm 2019

Nhóm thực hiện đề tài

Lê Công Pha

Nguyễn Ngọc Tân Tài

MỤC LỤC

Chương 1. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI.....	2
1.1. Lý do chọn đề tài.....	2
1.1.1. Công nghệ về an ninh là cần thiết trong xã hội ngày nay.....	2
1.1.2. Nhu cầu cần có một giải pháp tăng cường an ninh cho khu trọ	2
1.2. Giới thiệu đề tài	2
1.3. Phân tích các hướng nghiên cứu đã có	7
1.3.1. Honeywell NXD1	7
1.3.2. ZKTeco Atlas Prox và ZKTeco FaceDepot 7B	8
1.4. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu	10
1.4.1. Mục tiêu	10
1.4.2. Đối tượng.....	11
1.4.3. Phạm vi nghiên cứu	11
1.5. Phương pháp thực hiện	11
Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	13
2.1. Tổng quan	13
2.2. Các khái niệm về Mạng neuron nhân tạo	13
2.3. Receptive field	16
2.4. Face embedding	17
2.5. Khoảng cách Euclidean	18
2.6. Giới thiệu về công nghệ RFID	18
2.7. Giới thiệu Nodejs và thư viện SocketIO	20
2.8. Giới thiệu MXNet	20
2.9. Giới thiệu ONNX.....	21

2.10. Giới thiệu NVIDIA TensorRT	22
2.11. Giới thiệu các linh kiện được sử dụng trong hệ thống.....	23
2.11.1. SoM Jetson Nano.....	23
2.11.2. Camera ngoài trời HIKVISION DS-2CE16H0T-ITPF.....	24
2.11.3. Camera IMX219-160IR	24
2.11.4. Giới thiệu MCU MSP430G2553	25
2.11.5. Giới thiệu MCU ESP32.....	25
2.11.6. Giới thiệu mạch giảm áp XL4015	26
2.11.7. Giới thiệu mạch đọc thẻ RFID RC522.....	26
2.11.8. Giới thiệu cảm biến tiệm cận E18-D50NK	27
2.11.9. Giới thiệu module DFPlayer.....	27
2.11.10. Giới thiệu module relay.....	28
2.11.11. Giới thiệu khóa điện.....	28
2.11.12. Giới thiệu động cơ điện.....	29
Chương 3. THIẾT KẾ VÀ HIỆN THỰC HỆ THỐNG.....	30
3.1. Mô hình tổng thể của hệ thống.....	30
3.2. Hình ảnh chiếc cửa cổng tại thực địa.....	30
3.3. Giải thuật phát hiện khuôn mặt LFFD	32
3.3.1. Giới thiệu.....	32
3.3.2. Kiến trúc mạng	33
3.3.3. Benchmarks	34
3.3.4. Chuyển model sang TensorRT engine	35
3.4. Mô hình lấy đặc trưng khuôn mặt dlib	35
3.4.1. Facial landmarks	35

3.4.2.	Dữ liệu training và độ chính xác	36
3.5.	Thu thập dữ liệu khuôn mặt	37
3.6.	Giải thuật xử lý tại bước xác thực thứ 2.....	38
3.7.	Thể hiện quá trình và kết quả xác thực khuôn mặt	39
3.8.	Xây dựng các giải pháp điều khiển cửa	40
3.8.1.	Giải pháp phát hiện cửa đã đóng hoặc mở hoàn tất.....	40
3.8.2.	Giải pháp điều khiển động cơ	41
3.8.3.	Giải pháp phát hiện vật cản.....	42
3.8.4.	Giải pháp thông báo trạng thái hoạt động	43
3.8.5.	Giải pháp xác thực khi mất kết nối WiFi	45
3.8.6.	Giải pháp lưu lại lịch sử hoạt động của hệ thống điều khiển cửa.....	45
3.9.	Thiết kế PCB kết nối hệ thống các phần cứng.....	48
3.9.1.	Sơ đồ kết nối phần cứng.....	48
3.9.2.	Bản vẽ thiết kế mạch sub-system DC.....	49
3.9.3.	Bản vẽ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên trong	50
3.9.4.	Bản vẽ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên ngoài	51
3.10.	Xây dựng website điều khiển	52
3.10.1.	Tổng quan về website	52
3.10.2.	Mô tả tính năng điều khiển cửa	52
3.10.3.	Mô tả tính năng thiết lập thông số điều khiển cửa	54
3.10.4.	Mô tả tính năng xem lịch sử hoạt động	56
3.10.5.	Mô tả tính năng xem thông tin người thuê trọ.....	57
3.10.6.	Mô tả tính năng tính toán chi phí của phòng trọ.....	58
3.10.7.	Mô tả cơ sở dữ liệu	59

3.11.	Xây dựng phần mềm trên điện thoại cho người thuê trọ.....	62
3.11.1.	Tổng quan về phần mềm.....	62
3.11.2.	Mô tả tính năng nhập số điện nước theo tháng	62
3.11.3.	Mô tả tính năng xem chi phí của phòng trọ.....	63
3.12.	Mô tả các phương pháp hoạt động.....	64
3.12.1.	Phương pháp đọc mã thẻ RFID	64
3.12.2.	Phương pháp điều khiển màu sắc của đèn LED RGB.....	65
3.12.3.	Phương pháp phát âm thanh bằng module DFPlayer	66
3.12.4.	Phương pháp gửi mã thẻ giữa MSP430 và ESP32	66
3.12.5.	Phương pháp gửi lệnh điều khiển động cơ giữa MSP430 và ESP32	67
3.12.6.	Phương pháp giao tiếp giữa ESP32 và server.....	67
3.12.7.	Phương pháp điều khiển động cơ và điều khiển chốt khóa cửa.....	70
3.12.8.	Phương pháp thiết lập thời gian an toàn cho cửa	71
3.12.9.	Phương pháp xử lý khi gặp vật cản.....	72
3.12.10.	Phương pháp xử lý xác thực khi mất kết nối Wifi.....	73
3.12.11.	Khi hệ thống gặp sự cố điện	74
3.12.12.	Quá trình đăng ký thẻ cho người thuê trọ	74
3.12.13.	Quá trình xác thực khi ra hoặc vào khu vực nhà trọ	75
Chương 4.	KẾT QUẢ THỰC HIỆN	77
4.1.	Kết quả thực hiện phần cứng	77
4.2.	Kết quả chạy thực nghiệm	79
4.3.	Kết quả đạt được so với mục tiêu đề ra.....	85
4.4.	Các phần công việc thực hiện thêm so với mục tiêu đề ra	87
Chương 5.	KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	88

5.1. Kết luận	88
5.1.1. Về chức năng của hệ thống	88
5.1.2. Về hoàn thiện của hệ thống	88
5.1.3. Những kiến thức đã học được trong quá trình thực hiện đề tài	89
5.2. Hướng phát triển.....	90

DANH MỤC HÌNH VẼ

<i>Hình 1.1: Sơ đồ hoạt động của một hệ thống kiểm soát ra vào</i>	3
<i>Hình 1.2: Mạch panel điều khiển Honeywell NXD1</i>	7
<i>Hình 1.3: Panel điều khiển ZKTeco Atlas Prox</i>	8
<i>Hình 1.4: Hình ảnh của thiết bị ZKTeco FaceDepot-7B.....</i>	9
<i>Hình 2.1: Mô hình một mạng neuron cơ bản</i>	14
<i>Hình 2.2: Các đặc trưng của một khuôn mặt</i>	14
<i>Hình 2.3: Các hàm tính activation phổ biến</i>	15
<i>Hình 2.4: Biểu diễn cách một activation được tính.....</i>	15
<i>Hình 2.5: Vùng receptive field (màu xanh lá) tại layer 1</i>	17
<i>Hình 2.6: Face embedding.....</i>	17
<i>Hình 2.7: Framework MXNet.....</i>	21
<i>Hình 2.8: Định dạng ONNX.....</i>	21
<i>Hình 2.9: Quy trình tối ưu hóa một mạng neuron đã train</i>	22
<i>Hình 2.10: Hình ảnh SoM Jetson Nano.....</i>	23
<i>Hình 2.11: Hình ảnh camera ngoài trời HIKVISION</i>	24
<i>Hình 2.12: Hình ảnh camera IMX219-160IR.....</i>	24
<i>Hình 2.13: Hình ảnh MCU MSP430G2553</i>	25
<i>Hình 2.14: Hình ảnh ESP32</i>	25
<i>Hình 2.15: Hình ảnh mạch giảm áp XL4015</i>	26
<i>Hình 2.16: Hình ảnh mạch đọc thẻ RFID RC522</i>	26
<i>Hình 2.17: Hình ảnh cảm biến vật cản</i>	27
<i>Hình 2.18: Hình ảnh module phát âm thanh</i>	27
<i>Hình 2.19: Hình ảnh module relay</i>	28
<i>Hình 2.20: Hình ảnh khóa điện</i>	28
<i>Hình 2.21: Hình ảnh động cơ điện.....</i>	29
<i>Hình 3.1: Sơ đồ vai trò kết nối tổng thể trong hệ thống</i>	30
<i>Hình 3.2: Cửa cổng nhôm từ bên ngoài</i>	31

<i>Hình 3.3: Cửa cổng nhìn từ bên trong.....</i>	31
<i>Hình 3.4: Vị trí đặt xi lanh điện và khóa điện.....</i>	32
<i>Hình 3.5: Kiến trúc mạng mà LFFD sử dụng</i>	33
<i>Hình 3.6: Kết quả benchmark với bộ validation set của WIDER FACE</i>	34
<i>Hình 3.7: Tốc độ suy luận của model ONNX chưa tối ưu với TensorRT</i>	34
<i>Hình 3.8: Tốc độ suy luận của model khi đã được tối ưu với TensorRT</i>	35
<i>Hình 3.9: 68 điểm facial landmark được đánh dấu trên mỗi khuôn mặt.....</i>	36
<i>Hình 3.10: Một số ảnh khuôn mặt của những người được dùng để làm template face</i>	37
<i>Hình 3.11: Giải thuật xử lý tại bước xác thực thứ 2</i>	38
<i>Hình 3.12: Thiết kế cửa sổ thể hiện quá trình xác thực.....</i>	39
<i>Hình 3.13: Lưu đồ giải thuật của giải pháp phát hiện cửa đã đóng/mở hoàn tất</i>	40
<i>Hình 3.14: Lưu đồ giải thuật của giải pháp điều khiển động cơ.....</i>	41
<i>Hình 3.15: Lưu đồ giải thuật của giải pháp phát hiện vật cản</i>	42
<i>Hình 3.16: Sơ đồ kết nối phần cứng ở sub-system DC và RF vị trí bên ngoài</i>	48
<i>Hình 3.17: Sơ đồ kết nối phần cứng ở sub-system RF vị trí bên trong</i>	48
<i>Hình 3.18: Sơ đồ thiết kế mạch sub-system DC</i>	49
<i>Hình 3.19: Bản vẽ thiết kế mạch sub-system DC.....</i>	49
<i>Hình 3.20: Sơ đồ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên trong cửa</i>	50
<i>Hình 3.21: Bản vẽ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên trong cửa</i>	50
<i>Hình 3.22: Sơ đồ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên ngoài cửa</i>	51
<i>Hình 3.23: Bản vẽ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên ngoài cửa</i>	51
<i>Hình 3.24: Tính năng điều khiển cửa của sub-system CW.....</i>	52
<i>Hình 3.25: Tính năng thiết lập thông số điều khiển cửa của sub-system CW.....</i>	54
<i>Hình 3.26: Tính năng xem lịch sử hoạt động của sub-system CW.....</i>	56
<i>Hình 3.27: Tính năng xem thông tin người thuê trọ của sub-system CW</i>	57
<i>Hình 3.28: Tính năng tính toán chi phí phòng trọ của sub-system CW.....</i>	58
<i>Hình 3.29: Hình ảnh mô tả cơ sở dữ liệu</i>	59

<i>Hình 3.30: Tính năng nhập số điện nước của phần mềm trên điện thoại.....</i>	63
<i>Hình 3.31: Tính năng xem chi phí phòng trọ của phần mềm trên điện thoại.....</i>	63
<i>Hình 3.32: Cấu trúc các phân vùng lưu trữ thông tin trên thẻ RFID</i>	64
<i>Hình 3.33: Cấu trúc lệnh truy xuất dữ liệu trên thẻ RFID.....</i>	65
<i>Hình 3.34: Cấu trúc kết quả trả về khi đọc dữ liệu trên thẻ RFID</i>	65
<i>Hình 3.35: Sơ đồ điều khiển relay thực hiện mở cửa</i>	70
<i>Hình 3.36: Sơ đồ điều khiển relay thực hiện đóng cửa</i>	71
<i>Hình 3.37: Sơ đồ điều khiển relay thực hiện dừng cửa</i>	71
<i>Hình 3.38: Phương pháp xử lý giữa server và client để thực hiện thời gian an toàn cho cửa</i>	72
<i>Hình 3.39: Phương pháp xử lý giữa server và client khi gặp vật cản</i>	73
<i>Hình 3.40: Phương pháp xử lý xác thực khi mất kết nối WiFi.....</i>	74
<i>Hình 4.1: Mạch sub-system DC.....</i>	77
<i>Hình 4.2: Mạch sub-system RF ở vị trí bên trong cửa</i>	77
<i>Hình 4.3: Mạch sub-system RF ở vị trí bên ngoài cửa</i>	78
<i>Hình 4.4: Mạch sub-system DC sau khi hoàn tất đóng gói.....</i>	78
<i>Hình 4.5: Mạch sub-system RF sau khi hoàn tất đóng gói</i>	79
<i>Hình 4.6: Khoảng từ vị trí gắn camera đến mặt đất.....</i>	83
<i>Hình 4.7: Quá trình xác thực thành công</i>	84
<i>Hình 4.8: Quá trình xác thực không thành công.....</i>	84
<i>Hình 4.9: Kết quả xác thực không thành công (false negative).....</i>	85

DANH MỤC BẢNG

<i>Bảng 1.1: Bảng so sánh các phương pháp xác thực</i>	6
<i>Bảng 1.2: Thông tin thiết bị ZKTeco Atlas Prox</i>	9
<i>Bảng 2.1: Giới thiệu SoM Jetson Nano</i>	23
<i>Bảng 2.2: Giới thiệu camera HIKVISION DS-2CE16H0T-ITPF</i>	24
<i>Bảng 2.3: Giới thiệu Camera IMX219-160IR</i>	24
<i>Bảng 2.4: Giới thiệu MCU MSP430G2553</i>	25
<i>Bảng 2.5: Giới thiệu MCU ESP32</i>	25
<i>Bảng 2.6: Giới thiệu mạch giảm áp XL4015</i>	26
<i>Bảng 2.7: Giới thiệu mạch đọc thẻ RFID RC522</i>	26
<i>Bảng 2.8: Giới thiệu cảm biến tiềm cản E18-D50NK</i>	27
<i>Bảng 2.9: Giới thiệu module DFPlayer</i>	27
<i>Bảng 2.10: Giới thiệu module relay</i>	28
<i>Bảng 2.11: Giới thiệu khóa điện</i>	28
<i>Bảng 2.12: Giới thiệu động cơ điện</i>	29
<i>Bảng 3.1: Thông tin chi tiết về kiến trúc mạng LFFD</i>	33
<i>Bảng 3.2: Thông điệp của verification result</i>	39
<i>Bảng 3.3: Bảng mô tả các trạng thái thông báo</i>	43
<i>Bảng 3.4: Bảng mô tả lịch sử trạng thái của cửa</i>	46
<i>Bảng 3.5: Bảng mô tả các trạng thái hoạt động của cửa trên website điều khiển</i>	52
<i>Bảng 3.6: Bảng mô tả các tác nhân điều khiển cửa trên website điều khiển</i>	53
<i>Bảng 3.7: Mô tả bảng “door_info” trong cơ sở dữ liệu</i>	59
<i>Bảng 3.8: Mô tả bảng “room” trong cơ sở dữ liệu</i>	60
<i>Bảng 3.9: Mô tả bảng “room_detail” trong cơ sở dữ liệu</i>	61
<i>Bảng 3.10: Mô tả bảng “login” trong cơ sở dữ liệu</i>	61
<i>Bảng 3.11: Mô tả bảng “door_log” trong cơ sở dữ liệu</i>	61
<i>Bảng 3.12: Mô tả bảng “tenant” trong cơ sở dữ liệu</i>	61
<i>Bảng 3.13: Mô tả bảng “tenant_key” trong cơ sở dữ liệu</i>	62

Bảng 3.14: Bảng mô tả phương pháp điều khiển màu sắc của đèn LED RGB	65
Bảng 3.15: Bảng mô tả phương pháp giao tiếp giữa ESP32 và server.....	67
Bảng 4.1: Kết quả chạy thực nghiệm.....	79
Bảng 4.2: Kết quả đạt được so với mục tiêu đề ra.....	85
Bảng 4.3: Các phần công việc thực hiện thêm so với mục tiêu đề ra	87
Bảng 5.1: Những kiến thức đã học được trong quá trình thực hiện đề tài.....	89

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

CAGR	Compounded Annual Growth Rate
CPOL	Clock Polarity
CPHA	Clock Phase
CRC	Cyclic Redundancy Check
CS	Chip Select
CW	Control Website
DC	Door Controller
FR	Face Recognition
LED	Light Emitting Diode
MCU	Micro Controller Unit
MISO	Master In Slave Out
MOSI	Master Out Slave In
NFC	Near-Field Communications
ReLU	Rectified Linear Unit
RF	Radio Frequency
RFID	Radio Frequency Identification
RGB	Red Green Blue
SCK	Serial Clock
SDK	Software Development Kit
SoM	System on Module
SPI	Serial Peripheral Interface
UART	Universal Asynchronous Receiver / Transmitter
UID	Unique Identification

TÓM TẮT KHÓA LUẬN

Đề tài “Xây dựng giải pháp kiểm soát ra vào bằng RFID (Radio Frequency Identification) và nhận diện khuôn mặt” của nhóm hướng tới mục đích xây dựng được một hệ thống điều khiển cửa cổng để quản lý việc ra vào của những người thuê trọ dựa trên phương pháp xác thực bằng nhận diện khuôn mặt kết hợp với thẻ RFID.

Hệ thống sẽ gồm phần mềm quản lý và phần cứng điều khiển hệ thống cửa. Các giải thuật xử lý công việc nhận diện khuôn mặt sẽ được thực thi trên mạch nhúng chuyên dụng với hình ảnh đầu vào sẽ được lấy từ camera tại cửa cổng. Bên cạnh đó, việc hoạt động và điều khiển cửa sẽ được xử lý trên vi điều khiển kết hợp với kết nối WiFi để tăng tính tiện dụng. Ở đề tài này, nhóm thực hiện hướng tới xây dựng một hệ thống hoàn chỉnh có thể ứng dụng và hoạt động ổn định trong thời gian dài đối với cửa cổng tại khu vực phòng trọ của gia đình thành viên trong nhóm.

Chương 1. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1.1. Lý do chọn đề tài

1.1.1. Công nghệ về an ninh là cần thiết trong xã hội ngày nay

Các đô thị lớn luôn thu hút dân cư đến từ nhiều nơi về sinh sống và làm việc. Đất nước đang trên đà công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Chính vì thế, các thực thể như nhà xưởng, công ty, khu công nghiệp, khu đô thị, trung tâm thương mại, ... đã, đang và sẽ xuất hiện rất nhiều. Việc áp dụng công nghệ để đảm bảo an ninh cho các thực thể trên là cần thiết trong bối cảnh xã hội ở hiện tại và tương lai.

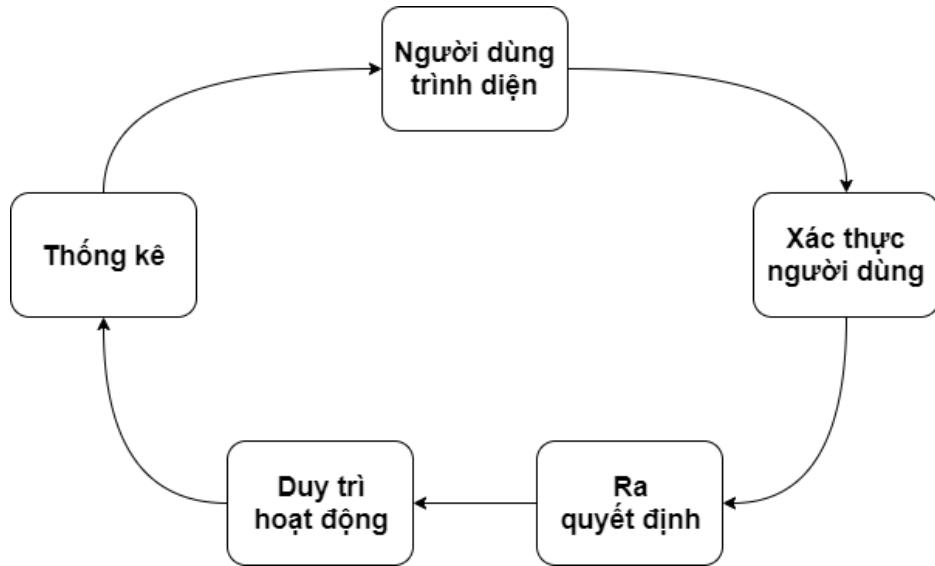
Ngoài ra, *an ninh* không phải là vấn đề duy nhất được giải quyết, những công nghệ xoay quanh đề tài này – RFID và Nhận diện khuôn mặt, có thể là những công nghệ trọng tâm được ứng dụng để giải quyết bài toán về *quản lý* của nhà nước, trong tương lai của “Chính phủ điện tử”, hay bài toán *nâng cao chất lượng cuộc sống* của những “Thành phố thông minh”, bài toán về *năng suất* trong Quản lý chuỗi cung ứng & logistics ... Chính vì thế, hướng phát triển của các công nghệ này là rất lớn.

1.1.2. Nhu cầu cần có một giải pháp tăng cường an ninh cho khu trọ

Xuất phát từ nhu cầu cần có một giải pháp tăng cường an ninh cho khu trọ tại nhà, ý định thực hiện một đề tài về giải pháp kiểm soát ra vào đã được nảy sinh. Hệ thống được kỳ vọng có khả năng xác thực người dùng, mở cửa tự động sau khi xác thực thành công, tự động đóng cửa, đi kèm với các cơ chế đảm bảo an toàn, tránh gây thương tích. Người quản trị có thể thiết lập các mốc thời gian cố định cho phép mở hoặc đóng cửa. Ngoài ra, hệ thống cũng cần có các cơ chế hoạt động riêng khi gặp các sự cố như mất kết nối WiFi, mất nguồn điện.

1.2. Giới thiệu đề tài

- Cơ chế hoạt động của một hệ thống kiểm soát ra vào điển hình bao gồm 5 bước:



Hình 1.1: Sơ đồ hoạt động của một hệ thống kiểm soát ra vào

- Người dùng trình dien: Tại bước này, người dùng – người có nhu cầu ra vào khu vực được triển khai hệ thống thực hiện các bước xác thực được quy định bởi hệ thống. Các bước xác thực này có thể thuộc nhiều phương thức khác nhau, xoay quanh 3 phương thức sau:
 - Dựa vào yếu tố mà người dùng biết, ví dụ: mật khẩu, mã PIN.
 - Dựa vào yếu tố mà người dùng mang, ví dụ: Thẻ smart card, chìa khóa.
 - Dựa vào yếu tố là đặc tính của bản thân người dùng: Các phương pháp sinh trắc, ví dụ như Vân tay, mống mắt, khuôn mặt.
- Xác thực người dùng: Hệ thống sẽ thực hiện kiểm tra, đối chiếu thông tin mà người dùng trình dien với cơ sở dữ liệu. Kết quả của một phiên xác thực sẽ có tại bước này.
- Ra quyết định: Hệ thống sẽ ra quyết định có cho phép người dùng ra hoặc vào hay không dựa vào kết quả xác thực đã có tại bước trước đó. Quyết định này có thể là lệnh mở hoặc đóng được gửi đến đơn vị chịu trách nhiệm điều khiển cửa trong hệ thống.
- Duy trì hoạt động: Là bước có thể gọi là bước “Quản lý”, bao gồm các công việc như Thêm, xóa, sửa thông tin người dùng, thông tin xác thực; Thêm, xóa

cửa cần được kiểm soát; Lập lịch, đặt giờ hoạt động, cài đặt chuông cảnh báo,

...

- **Thống kê:** Tạo ra các bản ghi, báo cáo, thống kê về hoạt động của toàn hệ thống, bao gồm cả hoạt động phía người dùng và phía bên ngoài hệ thống. Bước này cho biết hệ thống có đang hoạt động như mong muốn hay không, giúp công tác kiểm tra, bảo trì hệ thống trực quan và đơn giản hơn.
- Đề tài khóa luận này nghiên cứu xây dựng một hệ thống đơn giản bao gồm cả 5 bước trên. Trong phạm vi của mục này, nhóm sẽ phân tích bước “Xác thực người dùng”. Bước này xoay quanh các phương thức sau:
 - **Vân tay:**
 - Phương pháp đã được sử dụng rộng rãi một thời gian dài. Có 4 loại cảm biến được dùng trong việc thu thập thông tin về vân tay: Dựa trên ánh sáng, điện dung, sóng siêu âm và dựa trên nhiệt độ. Các loại cảm biến này cho ra thông tin vân tay dưới dạng hình ảnh, sau đó được mã hóa tùy thuộc vào từng loại.
 - Mặc dù đặc tính vân tay của mỗi người vẫn giữ nguyên cho đến hết đời, chức năng của các loại cảm biến này có thể suy giảm đáng kể khi bàn tay chúng ta bị dính bẩn, ẩm ướt, hay bị thương.
 - Ngoài ra, các loại cảm biến này vẫn có nguy cơ bị đánh lừa, bởi các mẫu vân tay được dựng lại. Nguyên liệu để các hacker dựng lại mẫu vân tay nào đó có thể chỉ đơn giản bằng một bức ảnh mà ta tạo dáng giơ ngón tay lên trước ống kính mà thôi.
 - **RFID:**
 - Là công nghệ sử dụng sóng điện từ để thu và truyền dữ liệu. Thông tin được lưu vào thẻ được tích hợp chip, cho phép dữ liệu được truyền đi khi thẻ được đặt gần bộ đọc. Khoảng cách đọc có thể từ vài cm đến hàng trăm mét, tùy thuộc vào loại băng tần (LF, HF hay UHF). Các ứng dụng kiểm soát ra vào sử dụng RFID tại băng tần HF 13.56MHz, với bước sóng trung bình, cho phạm vi đọc lý tưởng từ 1 đến 10cm.

- Chiếc thẻ RFID có thể bền bỉ hoạt động trong nhiều điều kiện khác nhau, như ẩm ướt, nhiệt độ cao – điều đặc biệt có ích với một ứng dụng kiểm soát ra vào ngoài trời.
- Dù vậy, RFID cũng có những nhược điểm riêng. Kẻ xấu có thể sử dụng bộ đọc của chúng để sao chép những chiếc thẻ nạn nhân, mà không cần đến gần chủ thẻ.

- **Nhận diện khuôn mặt:**

- Đây là một bài toán lớn trong machine learning, chính vì tính ứng dụng cao của nó. Như đã nêu ở mục trên, Nhận diện khuôn mặt có thể đóng góp rất nhiều cho lĩnh vực an ninh và công tác quản lý con người của các nhà chức trách, ...
- Trong nội tại một ứng dụng kiểm soát ra vào, nhận diện khuôn mặt mang tính tiện nghi cao nhất so với phần lớn các công nghệ khác, khi mà người dùng không cần phải mang theo hay tiếp xúc vật lý với bất cứ thiết bị hay phụ kiện gì để tiến hành quá trình xác thực.
- Ngoài lợi ích là tính tiện nghi, nhận diện khuôn mặt vẫn có những vấn đề lớn cần phải xử lý tốt như Chống các bản dựng giả để đánh lừa, độ chính xác, tốc độ thực thi.

- **Nhận diện móng mắt:**

- Là một phương pháp xác thực sinh trắc học rất đáng tin cậy. Mặc dù được cho là, cũng như vân tay, rất khó để chứng minh rạch ròi rằng móng mắt của mỗi người là độc nhất, có rất nhiều yếu tố tác động tới quá trình hình thành nên cấu tạo của mỗi móng mắt, điều này dẫn đến tỉ lệ những chiếc móng mắt trùng nhau là cực thấp. Chính vì thế, mức độ “chân thật”, đặc trưng cho chủ thể của Nhận diện móng mắt cao hơn so với nhận diện khuôn mặt.
- Tuy nhiên, cảm biến được dùng để lấy thông tin móng mắt thường có xu hướng đắt hơn nhiều so với nếu triển khai cảm biến vân tay hay nhận diện khuôn mặt.

Phân tích về các phương pháp trên có thể được sơ lược qua bảng dưới đây:

Bảng 1.1: Bảng so sánh các phương pháp xác thực

	Vân tay	RFID	Nhận diện khuôn mặt	Nhận diện mống mắt
Tính đặc trưng cho chủ thẻ	Cao	Thấp	Cao	Rất cao
Tính tiện dụng	Trung bình (Cần tiếp xúc)	Trung bình (Cần phụ kiện)	Rất cao (Không cần tiếp xúc + phụ kiện)	Cao (Không cần, hoặc ít khi cần tiếp xúc)
Năng về phần mềm, thuật toán	Thấp	Thấp	Cao	Cao
Có sản phẩm ứng dụng	Nhiều	Rất nhiều	Nhiều	Ít
Tài liệu hỗ trợ nghiên cứu	Nhiều	Nhiều	Nhiều	Ít

Sau khi thống nhất, nhóm đã chọn kết hợp cả RFID và Nhận diện khuôn mặt, nhằm đảm bảo để tài cân bằng giữa hiệu quả xác thực mà vẫn đảm bảo tính tiện dụng và không dựa hoàn toàn vào machine learning và thuật toán, vốn không phải là điểm mạnh của nhóm.

- Sau quá trình tìm hiểu nhóm đã quyết định sử dụng kết nối wifi để thực hiện công việc kết nối và trao đổi giữa các sub-system trong hệ thống. Tuy nhiên, phương pháp kết nối này sẽ có những ưu điểm và nhược điểm riêng như sau:
 - **Ưu điểm:**
 - Kết nối không dây giúp linh động trong việc lựa chọn vị trí đặt các thiết bị.
 - Có thể gia tăng số lượng thiết bị kết nối một cách dễ dàng mà không cần triển khai thêm các dây dẫn.
 - **Nhược điểm:**

- Tính bảo mật dữ liệu không hiệu quả bằng phương pháp kết nối qua dây dẫn.
- Sự ổn định của tín hiệu phụ thuộc nhiều vào yếu tố môi trường xung quanh.

1.3. Phân tích các hướng nghiên cứu đã có

Theo IFSEC International – hội chợ và hội nghị thương mại thường niên dành cho ngành an ninh toàn cầu, thị trường kiểm soát ra vào được dự đoán sẽ đạt tổng giá trị 10.4 tỉ USD vào năm 2020, với tỉ lệ tăng trưởng kép hàng năm CAGR đạt mức 10.6% [1]. Đôi tượng của một hệ thống kiểm soát ra vào bao gồm các loại khóa, cửa, barrier, panel điều khiển, ... Trong đó, panel điều khiển là đôi tượng chính của một hệ thống kiểm soát ra vào, chủ yếu sử dụng thẻ RFID, ứng dụng di động để xác thực, một số công ty phát triển mạnh mẽ này có thể kể đến như Kisi, Isonas, Honeywell, Bosch.

1.3.1. Honeywell NXD1

Là một nhà cung cấp các hệ thống kiểm soát ra vào ở quy mô doanh nghiệp, Honeywell tích hợp phần lớn những tính năng cơ bản mà khách hàng có thể mong đợi, bao gồm âm báo và sự kiện giám sát theo thời gian thực, khóa/mở khóa cửa, thêm/xóa ngày nghỉ. Âm báo và sự kiện có đến 99 mức độ ưu tiên, và người quản trị có thể lựa chọn cách phản hồi với những sự kiện này.



Hình 1.2: Mạch panel điều khiển Honeywell NXD1

Nguồn: sieuthivienthong.com

Panel điều khiển được cài đặt tại thực địa và yêu cầu thiết lập hệ thống, quản lý thông tin xác thực như thẻ, barcode và vân tay bằng phần mềm được thiết kế riêng. Các panel này có thể điều khiển số lượng cửa tối đa lên đến 32 cửa.

Hệ thống rất linh động và có khả năng mở rộng cao, nên có thể kết nối thêm với còi báo, module phát hiện lừa, giám sát video, vv.v. Hơn hết, Honeywell là một cái tên rất uy tín trên thị trường.

Honeywell NXD1 hỗ trợ tối đa 2 đầu đọc, điều khiển được tối đa 1 cửa (loại cửa đơn), có thể mở rộng lên 2 cửa, 4 đầu đọc.

Riêng về xác thực người dùng qua nhận các phương pháp sinh trắc học điển hình là nhận diện khuôn mặt, thì các công ty Trung Quốc tỏ ra vượt trội hơn cả, trong số đó là ZKTeco.

1.3.2. ZKTeco Atlas Prox và ZKTeco FaceDepot 7B

ZKTeco là cái tên đi đầu trong thị trường về giải pháp kiểm soát ra vào bằng sinh trắc học. Bộ sản phẩm đi cùng nhau để tạo thành một hệ thống kiểm soát ra vào sử dụng nhận diện khuôn mặt của họ bao gồm 2 module chính: Một là panel điều khiển và Hai là module nhận diện khuôn mặt. Lấy ví dụ là panel điều khiển Atlas Prox và module nhận diện khuôn mặt FaceDepot 7B.



Hình 1.3: Panel điều khiển ZKTeco Atlas Prox

Nguồn: zkteco.com

Bảng 1.2: Thông tin thiết bị ZKTeco Atlas Prox

Số lượng cửa tối đa	4
Số lượng đầu đọc tối đa	8
Tần số thẻ hỗ trợ	125kHz & 13.56MHz
Inputs	2 nút exit, 2 cảm biến cửa, 1 dự phòng/cửa
Outputs	2 relay cho khóa, 1 relay dự phòng
Người dùng tối đa	5,000
Built-in web	Có
Cách cài đặt	Gắn tường
Nguồn	12V DC, 3A (PoE)



Hình 1.4: Hình ảnh của thiết bị ZKTeco FaceDepot-7B

Nguồn: zkteco.com

FaceDepot-7B là một terminal nhận diện khuôn mặt sử dụng trong nhà, với các tính năng nổi bật như nhận diện khuôn mặt chủ động, chống khuôn mặt giả mạo, góc nhận diện lớn (30°), khoảng cách nhận diện từ 0.3 đến 3m, giúp cải thiện quá trình xác thực vào giờ cao điểm. Bộ sản phẩm này là rất lý tưởng cho các văn phòng công ty, các tòa nhà cao tầng.

Kết luận: Các thiết bị trên có chất lượng rất cao, được nghiên cứu và sản xuất bởi những tên tuổi lớn trong ngành an ninh thế giới. Ngoài những thiết bị đã kể trên, còn rất nhiều thiết bị khác cung cấp khả năng điều khiển cửa, mở rộng kết nối với nhiều đầu đọc và hoạt động bền bỉ, ổn định trong thời gian dài. Tuy nhiên, giá thành của chúng là khá cao đối với quy mô sử dụng dưới 30 người, và đa phần trong số chúng được thiết kế để điều khiển những cách cửa đơn lẻ đặt trong nhà, việc mở hoặc đóng cửa chỉ đơn thuần là mở hoặc đóng khóa nam châm điện, và không hỗ trợ đóng mở tự động với đối tượng là cửa 2 cánh.

Từ đó, nhóm quyết định thiết kế và hiện thực một hệ thống đơn giản, kết hợp “Giải pháp kiểm soát cửa ra vào dựa trên RFID & nhận diện khuôn mặt” cùng với “Tự động hóa đóng mở cửa 2 cánh”.

1.4. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu

1.4.1. Mục tiêu

- Vận dụng được những kiến thức đã biết về lập trình nhúng, thiết kế mạch điện, hệ điều hành, cơ sở dữ liệu, mạng máy tính, ... để thiết kế hệ thống, lập trình, thử nghiệm, đánh giá, ... tại các công đoạn khác nhau của quá trình phát triển đề tài.
- Tiếp cận với công nghệ RFID, hiểu được cách thức hoạt động.
- Tiếp cận với công nghệ nhận diện khuôn mặt qua các dự án mã nguồn mở. Hiểu, đánh giá cơ bản được độ hoàn thiện của từng dự án về độ chính xác và tốc độ thực thi, qua đó chọn được hướng đi cho bài toán nhận diện khuôn mặt.
- Hiểu được tầm quan trọng của cách quản lý dự án, làm việc nhóm, và những khó khăn, sự phức tạp để có thể từ ý tưởng đi đến sản phẩm thực tế.

- Có thêm hiểu biết về thị trường sản phẩm đảm bảo an ninh, kiểm soát ra vào.

1.4.2. Đối tượng

- Tìm hiểu bài toán phát hiện khuôn mặt cân bằng giữa độ chính xác và tốc độ.
- Tìm hiểu mô hình tách đặc trưng khuôn mặt dựa trên phương pháp deep metric learning.
- RFID và sự kết hợp RFID với Nhận diện khuôn mặt.
- Giải pháp để điều khiển và kiểm soát quá trình điều khiển tự động đóng mở cửa 2 cánh.

1.4.3. Phạm vi nghiên cứu

- Cân bằng được tính chính xác trong việc xác thực đối tượng và tốc độ xác thực.
- Xác định các nguy cơ về an toàn và chất lượng hệ thống, đưa ra giải pháp để giải quyết với các nguy cơ đó và hiện thực các giải pháp đó.
- Prototype được một hệ thống đơn giản, mô phỏng được quy trình hoàn chỉnh của một hoặc nhiều người, từ lúc tiếp cận cửa (cả theo chiều vào và ra), cho đến lúc thực hiện xác thực, và đến lúc hoàn tất đóng, mở cửa.

1.5. Phương pháp thực hiện

- Phân tích thiết kế hệ thống:
 - Hệ thống bao gồm các sub-system có các nhiệm vụ và chức năng: Một - Đọc thẻ RFID, đọc giá trị bàn phím, đối chiếu với cơ sở dữ liệu; Hai - Phát hiện & xác thực khuôn mặt dựa trên mã RFID tương ứng; Ba - Tự động hóa đóng mở cửa, khóa cửa, đảm bảo an toàn khi đóng mở cửa, thiết lập giờ đóng mở cửa cố định; Bốn - Quản lý hoạt động của toàn hệ thống; Tương tác với con người bằng giọng nói trong các phiên xác thực.
 - Chọn nguồn, thiết kế mạch điện phục vụ cho các sub-system.
 - Thiết kế database thông tin người thuê trọ phục vụ quy trình xác thực.
 - Thiết lập mạng nội bộ kết nối một số phần cứng và phần cứng để trao đổi dữ liệu.

- Hoạt động với số lượng người dùng ban đầu là 26, khả năng mở rộng đến 100 người.
- Khảo sát để lựa chọn SoM nhúng là NVIDIA Jetson Nano, được thiết kế để thực hiện những ứng dụng AI cơ bản.

Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

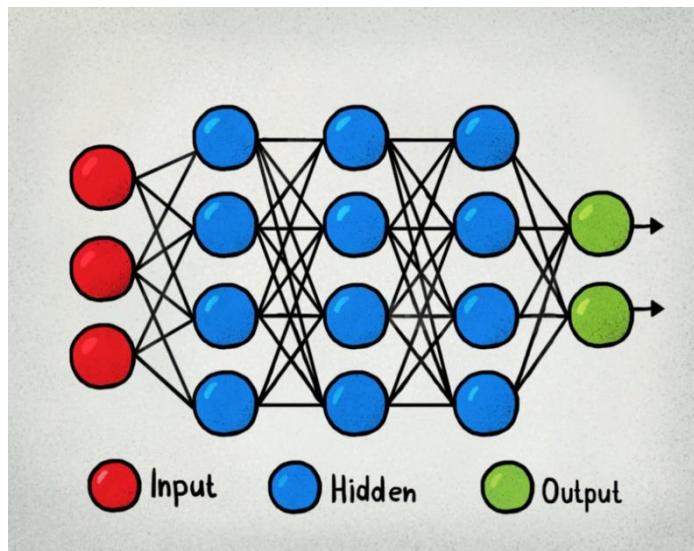
2.1. Tổng quan

Xuyên suốt bản báo cáo đề tài này, sẽ có nhiều thuật ngữ được sử dụng. Nhiều trong số chúng là những kiến thức rất mới đối với các thành viên trong nhóm, mà qua quá trình thực hiện đề tài, nhóm đã học được. Bên dưới là một số cơ sở lý thuyết mà nhóm tự tổng quát lại, giúp cho người đọc báo cáo này có thể tiếp cận đề tài này một cách dễ dàng hơn.

2.2. Các khái niệm về Mạng neuron nhân tạo

Mạng neuron nhân tạo là một dạng mô hình toán học mô phỏng hệ các neuron thần kinh của con người, được xây dựng nên để giải quyết một số bài toán phổ biến trong machine learning, điển hình như: phân loại ảnh, phát hiện vật thể. Mạng neuron nhân tạo bao gồm các khái niệm cơ bản sau.

Input/Output: Mỗi hình ảnh là một ma trận của các giá trị pixel. Phạm vi của các giá trị có thể được mã hóa trong mỗi pixel phụ thuộc vào kích thước bit của nó. Thông thường, mỗi pixel được biểu diễn bằng 8 bit, tức giá trị của chúng sẽ nằm trong khoảng [0, 255]. Tuy nhiên, với ảnh màu, điển hình là ảnh RGB (Đỏ, Xanh lục, Xanh lam), có đến 3 kênh màu khác nhau để biểu diễn ảnh. Do đó, đối với một hình ảnh RGB có kích thước nhất định, giả sử pixel 255×255 (Chiều rộng x Chiều cao), ta có 3 ma trận được liên kết với mỗi hình ảnh, ứng với 3 kênh màu. Do đó, toàn bộ ảnh tạo thành cấu trúc 3 chiều được gọi là Input volume ($255 \times 255 \times 3$).

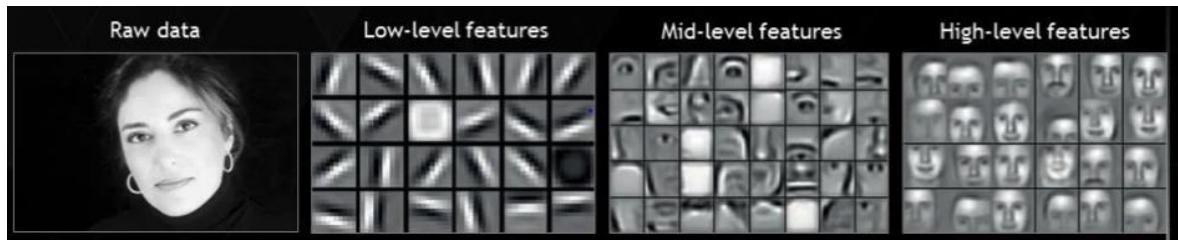


Hình 2.1: Mô hình một mạng neuron cơ bản

Nguồn: kdnuggets.com

Neuron: Mỗi vòng tròn trong hình trên là một neuron. Một neuron sẽ được “kích hoạt” khi giá trị activation mà nó mang bằng hoặc vượt qua một giá trị nhất định. Sự “kích hoạt” của một neuron thể hiện rằng feature mà neuron này đảm nhiệm có xuất hiện trong ảnh input đầu vào của mạng.

Layer: Mỗi neuron nằm trong một layer nhất định. Một cách khái quát, có 3 loại layer trong một mạng neuron nhân tạo, đó là Input, Hidden, và Output. Một cách chức năng, các loại layer sẽ được gọi với những cái tên Convolution, Fully-connected, Pooling, ReLU, ...



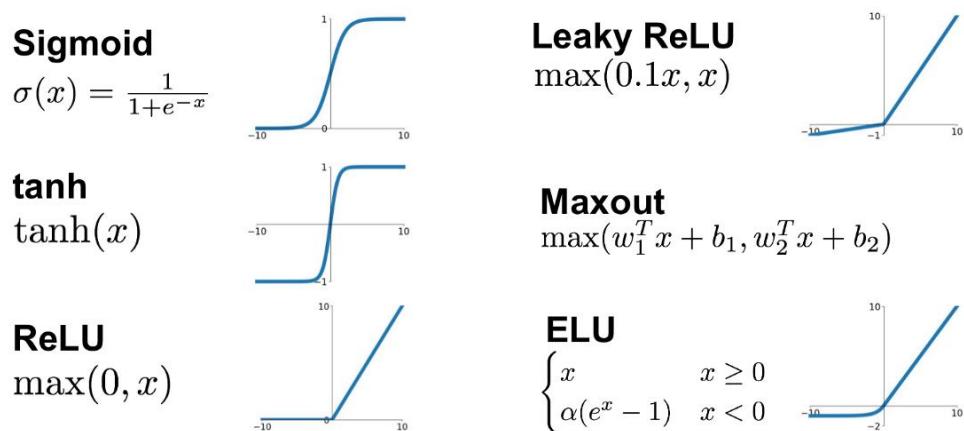
Hình 2.2: Các đặc trưng của một khuôn mặt

Nguồn: csiac.org

Feature: Đặc trưng của đối tượng mà bài toán đang xét, ở đây cụ thể là khuôn mặt. Các neuron nhất định mang các giá trị activation nhất định, và đại diện cho từng đặc trưng nhất định.

Activation: Là giá trị số học mà một neuron mang, thường có giá trị nằm trong khoảng $[0, 1]$, thể hiện độ chắc chắn về một feature mà sau quá trình training, bản thân neuron đảm nhiệm. Cùng với activation của các neuron còn lại trong layer đang xét, một tập các giá trị activation mới sẽ được tạo ra, cũng là các neuron trong layer kế tiếp. Giá trị của các activation này được xác định bởi một thứ được gọi là activation function.

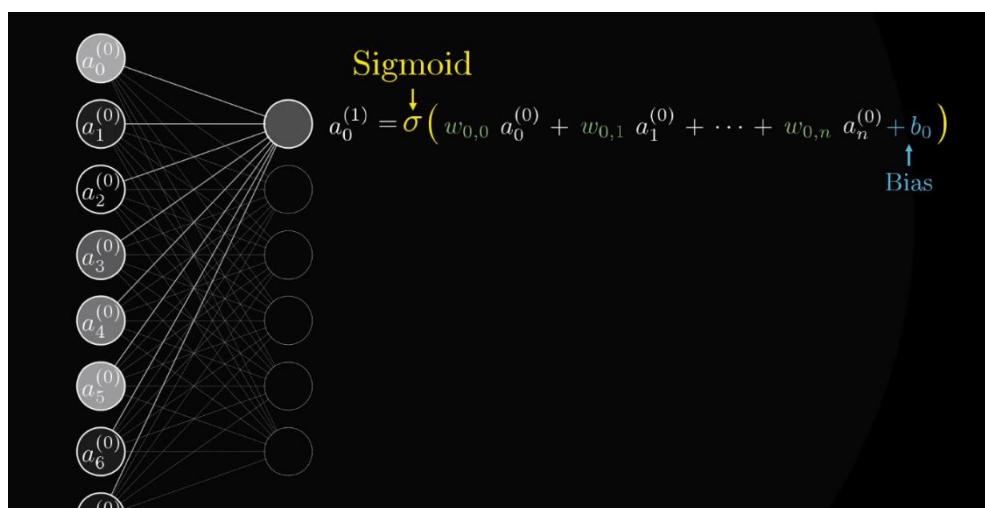
Activation function: Có nhiều hàm số được dùng để làm activation function, các hàm phổ biến được liệt kê như bên dưới.



Hình 2.3: Các hàm tính activation phổ biến

Nguồn: mc.ai

Lấy sigmoid làm ví dụ, bên dưới là ví dụ về cách giá trị activation 0 tại layer 1 (hidden layer đầu tiên) $a_0^{(1)}$ được tạo nên bởi hàm sigmoid.



Hình 2.4: Biểu diễn cách một activation được tính

Nguồn: 3Blue1Brown YouTube channel

Weight: Là trọng số của neuron, mỗi neuron có một trọng số, thể hiện độ quan trọng của neuron đó trong việc xác định độ chắc chắn của feature mà bản thân neuron đó mang và của neuron kế tiếp đảm nhiệm. Ký hiệu là w . Sigmoid của tổng Bias và các giá trị tích giữa weight và activation của tất cả cá neuron trong layer 0 cho ra giá trị activation đầu tiên của layer 1 $a_0^{(1)}$, như hình phía trên.

Bias: Giá trị được cộng thêm vào tổng các giá trị tích đã nói ở trên trước khi thực hiện hàm sigmoid, để đặt ngưỡng “kích hoạt” cho một neuron.

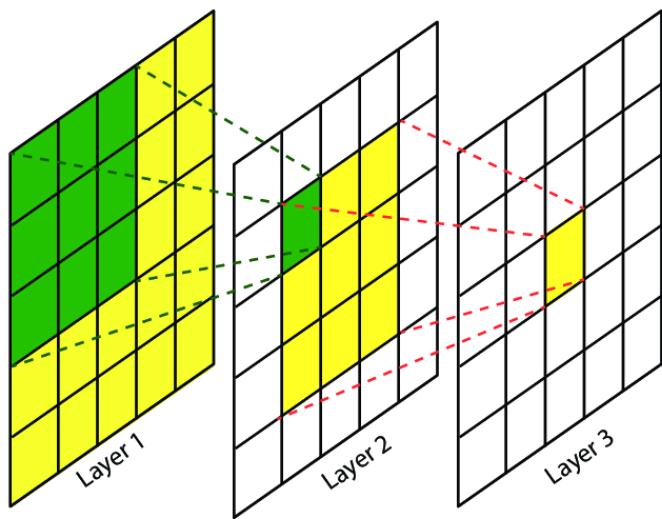
Parameters: là tổng số lượng các trọng số weight và bias của mạng nói chung của một mô hình mạng neuron nhân tạo.

Convolution layer: Cũng như lớp fully connected, lớp convolution có chức năng học các đặc trưng từ dữ liệu dùng để training. Nhưng cơ chế hoạt động của nó giải quyết tốt vấn đề giảm thiểu lượng parameter trống. Nó tính tích chập đối với input và truyền kết quả đến lớp tiếp theo. Mỗi neuron chỉ xử lý vùng receptive field của nó, cho phép xây dựng mạng sâu hơn mà vẫn ít parameter hơn.

ReLU layer: Có chức năng áp dụng các hàm activation function để loại bỏ các giá trị âm khỏi activation map bằng cách gán chúng bằng 0. Nó làm tăng các thuộc tính phi tuyến của hàm quyết định và của mạng tổng thể mà không ảnh hưởng đến các vùng receptive field của lớp convolution.

2.3. Receptive field

Mỗi neuron nhận input từ nhiều vị trí ở lớp trước đó. Tại một lớp fully connected, mỗi neuron nhận input từ tất cả các neuron của lớp trước đó, điều này đổi khi khiến việc training trở nên phức tạp và lãng phí tài nguyên máy tính. Thay vào đó, khi sử dụng lớp convolution, các neuron chỉ nhận input từ một vùng giới hạn ở lớp trước đó, thường có dạng hình vuông, như 5×5 . Vùng input cho neuron đó được gọi là receptive field.

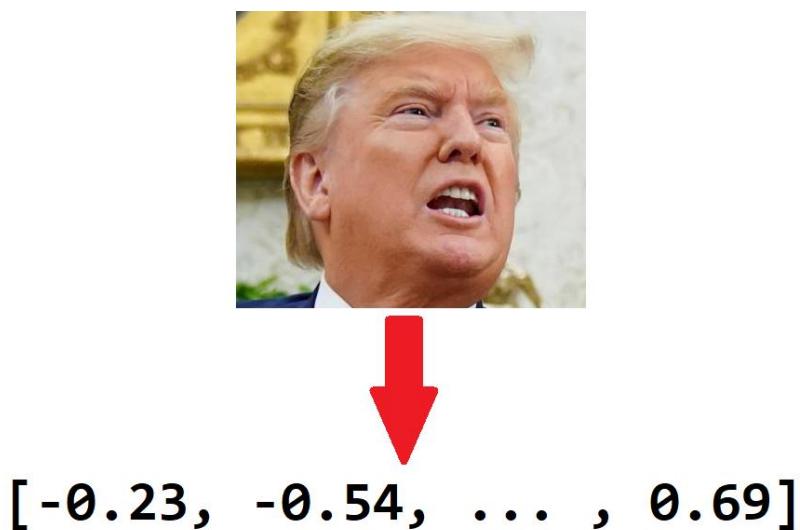


Hình 2.5: Vùng receptive field (màu xanh lá) tại layer 1

Nguồn: researchgate.net

2.4. Face embedding

Sau khi được khoanh vùng, vùng ảnh chứa khuôn mặt được đưa vào một mạng neuron đặc biệt, mạng neuron này sẽ cho ra một ‘face embedding’ tương ứng với khuôn mặt đó. Trong phạm vi đề tài này, mạng neuron được sử dụng để lấy đặc trưng khuôn mặt sẽ cho ra các face embedding dưới dạng vector chứa 128 giá trị riêng biệt, phân biệt khuôn mặt này với khuôn mặt kia.



Hình 2.6: Face embedding

2.5. Khoảng cách Euclide

Khoảng cách Euclide là khoảng cách giữa 2 điểm trong không gian Euclide. Với khoảng cách này, không gian Euclide trở thành không gian số. Được biểu diễn bằng công thức toán học:

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

Với p và q là 2 vector được biểu diễn dưới dạng:

$$p = (p_1, p_2, \dots, p_n); q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$$

Khoảng cách Euclide trong phạm vi đề tài này được đề cập khi tính khoảng cách giữa 2 vector đặc trưng khuôn mặt, chỉ độ khác nhau của 2 khuôn mặt bất kỳ. Nếu khoảng cách giữa 2 khuôn mặt thấp hơn một ngưỡng nhất định, có nghĩa 2 khuôn mặt đó là của cùng một người. Ngược lại, nếu khoảng cách của chúng lớn hơn ngưỡng, ta sẽ kết luận chúng thuộc 2 người khác nhau.

2.6. Giới thiệu về công nghệ RFID

RFID là viết tắt của từ Radio Frequency Identification là công nghệ nhận dạng đối tượng bằng sóng vô tuyến. Khi đó cả hai thiết bị hoạt động thu phát sóng trong cùng tần số và tần số đó thường được sử dụng trong RFID là 125Khz hoặc 900Mhz. Một hệ thống RFID sẽ gồm 2 bộ phận chính đó là: thẻ RFID và thiết bị đọc thẻ RFID (hay còn gọi là reader). Trong đó thiết bị đọc thẻ được gắn antenna thu phát sóng điện từ, còn thẻ RFID sẽ được gắn với vật cần nhận dạng.

Trong thực tế, có hai loại thiết bị (hoặc thẻ) RFID khác nhau. Trong đó, loại phổ biến hơn là thẻ RFID thụ động. Loại thẻ sử dụng công nghệ này không có nguồn điện bên trong. Khi hoạt động, thiết bị đọc thẻ RFID sẽ phát ra sóng điện từ ở một tần số nhất định, khi một thẻ RFID được đặt trong vùng hoạt động này, nó sẽ thu nhận các sóng và chuyển hóa thành năng lượng để có thể hoạt động và gửi lại

thiết bị đọc mã số của mình. Từ đó, thiết bị đọc có thể nhận biết được thẻ RFID nào đang trong vùng hoạt động.

Loại còn lại là thẻ RFID chủ động, các thẻ loại này có một nguồn năng lượng riêng của chúng (thường là pin). Đúng như tên gọi, nó có thể chủ động gửi sóng điện từ của riêng mình đến các thiết bị đọc thẻ thích hợp để truyền tải thông tin được chứa trong thẻ.

Để thiết bị đọc và thẻ RFID có thể kết nối được với nhau, hai bộ phận này cần được hoạt động với tần số giống nhau. Đối với công nghệ RFID sẽ có các tần số hoạt động như sau:

- Dải tần thấp (Low frequency): với tần số 125 KHz, dải tần này mang đặc điểm dải đọc ngắn và tốc độ đọc thấp.
- Dải tần cao (High frequency): với tần số 13.56 MHz, dải tần này mang đặc điểm khoảng cách đọc ngắn và tốc độ đọc trung bình.
- Dải siêu cao tần (UHF frequency): với tần số trong khoảng 868 MHz đến 928 MHz, dải tần này mang đặc điểm dải đọc rộng và tốc độ đọc nhanh.
- Dải vi sóng (Microwave): với tần số trong khoảng 2.45GHz đến 5.8 GHz, dải tần này mang đặc điểm dải đọc rộng và tốc độ đọc nhanh.

Mỗi thẻ RFID khi xuất xưởng sẽ chứa một mã số nhất định sao cho không trùng lặp với nhau, mã số này có độ dài là 32 bit tương ứng với hơn 4 tỷ mã số khác nhau. Do vậy khi một vật được gắn chip RFID thì khả năng nhận dạng nhầm vật đó với 1 thẻ chip RFID khác là rất thấp, xác suất là 1 phần 4 tỷ. Với ưu điểm về mặt công nghệ như vậy nên sự bảo mật và độ an toàn của các thiết bị ứng công nghệ RFID là rất cao.

Ngoài ra, các thẻ RFID còn mang ưu điểm là có khả năng chịu đựng bụi bẩn và các tác động từ môi trường tốt hơn so với công nghệ mã vạch. Các mã vạch có thể sẽ không đọc được nếu như chúng bị bao phủ bởi bụi bẩn, hoặc bị rách nát. Bên cạnh đó, chúng có thể gặp khó khăn khi đang hoạt động trong một môi trường với cường độ ánh sáng cao, khi đó, sẽ gây trở ngại cho các thiết bị quét mã vạch. Đối

với công nghệ RFID thì các tác động từ môi trường như bụi bẩn và ánh sáng cường độ cao sẽ không gây ảnh hưởng đến việc nhận dữ liệu từ thẻ RFID. Đây là một ưu điểm của công nghệ RFID rất phù hợp để ứng dụng cho các công việc thường xuyên phải hoạt động ngoài trời. Bên cạnh đó, việc đọc với tốc độ nhanh và có độ chính xác cao cũng giúp người sử dụng thuận tiện trong các công việc quản lý và xác thực.

2.7. Giới thiệu Nodejs và thư viện SocketIO

Socket.IO là một thư viện JavaScript cho các ứng dụng web thời gian thực. Nó cho phép giao tiếp hai chiều thời gian thực giữa máy khách và máy chủ web. Socketio không phải là một ngôn ngữ, mà chỉ là 1 công cụ giúp thực hiện những ứng dụng đáp ứng theo thời gian thực. Vì thế, không thể sử dụng socketio để thay thế hoàn toàn cho một ngôn ngữ, mà phải sử dụng kết hợp với một ngôn ngữ khác. Đối với các công việc xử lý trên server và client, nhóm thực hiện đã sử dụng Nodejs kết hợp với thư viện SocketIO để xây dựng hệ thống điều khiển cửa.

Điểm mấu chốt của thư viện SocketIO đó chính là xử lý các công việc thông qua việc lắng nghe hoặc phát đi các sự kiện. Ngoài ra, SocketIO cũng giữ các kết nối đến các thiết bị đang thực hiện việc giao tiếp mà không phải khởi tạo lại kết nối trong mỗi lần giao tiếp như các cách giao tiếp dữ liệu khác. Từ đó có thể giảm tải việc xử lý kết nối ở server, nhằm mục đích tiết kiệm tài nguyên cho các công việc xử lý khác. Bên cạnh đó, Nodejs cũng mang tới một lợi điểm là cơ chế xử lý không chặn, giúp các công việc diễn ra đồng thời, nếu công việc nào chưa có tài nguyên để xử lý sẽ được xử lý sau. Nhờ vào các đặc điểm này, sự kết hợp giữ Nodejs và thư viện SocketIO sẽ mang đến khả năng phản hồi các sự kiện đang diễn ra một cách tức thời.

2.8. Giới thiệu MXNet

MXNet là một framework hỗ trợ công đoạn phát triển các ứng dụng deep learning. Được sử dụng để định nghĩa, train và triển khai các mô hình deep neural

networks. MXNet có tính linh hoạt và rất dễ mở rộng, cho phép người dùng khả năng xây dựng, train và triển khai model một cách nhanh chóng.



Hình 2.7: Framework MXNet

MXNet hỗ trợ rất nhiều ngôn ngữ lập trình như C++, Python, R, Julia, Perl,... Các model sử dụng MXNet khá gọn nhẹ, phù hợp để triển khai trên các thiết bị có sức mạnh tính toán giới hạn. Ngoài ra, MXNet còn hỗ trợ tốt việc training một cách phân tán, trên nhiều GPU, nhiều máy tính vật lý.

2.9. Giới thiệu ONNX

ONNX là một định dạng mở cho các model deep learning. Với ONNX, lập trình viên có thể dễ dàng chuyển đổi các model qua lại giữa các công cụ, framework khác nhau, từ đó có thể chọn được phiên bản phù hợp nhất. ONNX được phát triển và hỗ trợ bởi các tổ chức như AMD, arm, NVIDIA ...



Hình 2.8: Định dạng ONNX

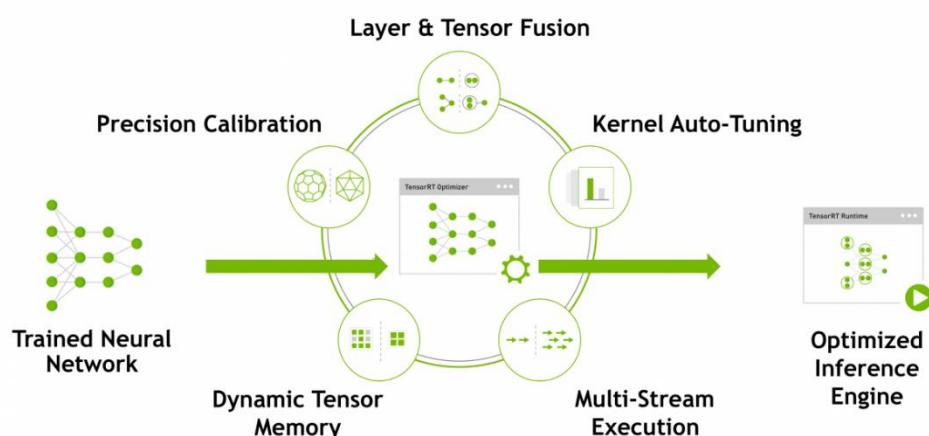
ONNX cho phép các model được train trên framework này, sau đó có thể chuyển sang một framework khác để chạy suy luận. Các model ONNX hiện được hỗ trợ trong Caffe2, Microsoft Cognitive Toolkit, MXNet và Pytorch. Với các framework và thư viện nổi tiếng khác, ONNX vẫn hỗ trợ thông qua các connector.

Ngoài ra, ONNX giúp việc tối ưu các model trở nên dễ dàng hơn cho các lập trình viên với các thư viện, runtime được thiết kế để tối đa hóa hiệu suất trên nhiều nền tảng phần cứng trên thị trường.

2.10. Giới thiệu NVIDIA TensorRT

NVIDIA TensorRT là một SDK dùng cho việc chạy suy luận deep learning có hiệu suất cao. Nó bao gồm runtime và một cơ chế tối ưu hóa suy luận, cung cấp thông lượng cao và độ trễ thấp cho các ứng dụng suy luận deep learning. Các ứng dụng dựa trên TensorRT có thể đạt tốc độ cao hơn 40 lần so với chỉ chạy CPU trong lúc chạy suy luận. Với TensorRT, ta có thể:

- Tối ưu hóa các mô hình mạng neuron được train trong tất cả các framework phổ biến hiện nay.
- Hiệu chỉnh để dùng độ chính xác precision ít hơn (ví dụ FP16, INT8 thay vì FP32) mà độ chính xác accuracy vẫn cao.
- Triển khai, hiện thực model lên các data center, các nền tảng product nhúng, hay automotive.



Hình 2.9: Quy trình tối ưu hóa một mạng neuron đã train

TensorRT được xây dựng dựa trên CUDA, một nền tảng tính toán song song, một mô hình lập trình giúp tận dụng tối đa khả năng tính toán của GPU NVIDIA. TensorRT cung cấp những tối ưu ở precision INT8 và FP16 để triển khai sản phẩm có hàm lượng suy luận deep learning như stream video, nhận diện giọng nói, hệ gợi ý, phân loại ảnh, xử lý ngôn ngữ tự nhiên.

2.11. Giới thiệu các linh kiện được sử dụng trong hệ thống

2.11.1. SoM Jetson Nano

Bảng 2.1: Giới thiệu SoM Jetson Nano

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.10: Hình ảnh SoM Jetson Nano</i>	<ul style="list-style-type: none">GPU: 128-core NVIDIA MaxwellCPU: arm A57 @ 1.43 GHz, 4 nhânRAM: 4GB 64-bit LPDDR4 @ 25.6 GB/s4x USB 3.0MIPI CSI-2 x2 cho cameraHDMI 2.0DisplayPortGigabit Ethernet (RJ45)(3x) I2C, (2x) SPI, UART, I2S, GPIOsNguồn: 5V=2A hoặc 5V=5AJetPack bao gồm: OS Ubuntu 18.04, CUDA Toolkit, cuDNN, TensorRT, Gstreamer, ...

2.11.2. Camera ngoài trời HIKVISION DS-2CE16H0T-ITPF

Bảng 2.2: Giới thiệu camera HIKVISION DS-2CE16H0T-ITPF

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.11: Hình ảnh camera ngoài trời HIKVISION</i>	<ul style="list-style-type: none">Cảm biến hình ảnh CMOSĐộ phân giải: 1280x720Frame rate: 720p@25fps, 720p@30fpsKết nối: EthernetChịu được nhiệt độ: -40°C - 60°CChống nước: IP67Tầm hồng ngoại: 20mCông suất: 4W

2.11.3. Camera IMX219-160IR

Bảng 2.3: Giới thiệu Camera IMX219-160IR

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.12: Hình ảnh camera IMX219-160IR</i>	<ul style="list-style-type: none">Cảm biến hình ảnh: Sony IMX219Hỗ trợ night visionĐộ phân giải: 3280x2646Góc nhìn 160°Chỉ dùng indoorKết nối CSI

2.11.4. Giới thiệu MCU MSP430G2553

Bảng 2.4: Giới thiệu MCU MSP430G2553

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.13: Hình ảnh MCU MSP430G2553</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nguồn hoạt động: 1.8 – 3.6 VDC • Dòng tiêu thụ ở trạng thái hoạt động: 230 μA at 1 MHz, 2.2 V • Dòng tiêu thụ ở trạng thái nghỉ: 0.5 μA • Bộ nhớ flash: 16KB • Bộ nhớ RAM: 512B • Kích thước thanh ghi: 16 bit • Hỗ trợ các chuẩn giao tiếp: UART, I2C, SPI....

2.11.5. Giới thiệu MCU ESP32

Bảng 2.5: Giới thiệu MCU ESP32

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.14: Hình ảnh ESP32</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nguồn hoạt động: 5VDC • Dòng điện sử dụng: ~90mA. • Tích hợp mạch nạp và giao tiếp UART CP2102 • IC chính: Wifi BLE SoC ESP32 ESP-WROOM-32 • ROM: 448Kbytes • SRAM: 520 KBytes • GPIO giao tiếp mức 3.3VDC • Hỗ trợ các chuẩn giao tiếp: UART, I2C, SPI... • Chuẩn WiFi: 802.11 b/g/n/d/e/i/k/r

2.11.6. Giới thiệu mạch giảm áp XL4015

Bảng 2.6: Giới thiệu mạch giảm áp XL4015

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.15: Hình ảnh mạch giảm áp XL4015</i>	<ul style="list-style-type: none">Điện áp ngõ vào: 4~38VDC (không được vượt quá 38 VDC)Điện áp ngõ ra: 1.25-36 VDCDòng ngõ ra: 0-5ACông suất ngõ ra: 75WHiệu suất tối đa: 96%

2.11.7. Giới thiệu mạch đọc thẻ RFID RC522

Bảng 2.7: Giới thiệu mạch đọc thẻ RFID RC522

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.16: Hình ảnh mạch đọc thẻ RFID RC522</i>	<ul style="list-style-type: none">Nguồn điện hoạt động: 3.3VDC, 13 - 26mATần số hoạt động: 13.56MHzHỗ trợ các loại card: mifare1 S50, mifare1 S70, mifare UltraLight, mifare Pro, mifare DesfireGiao tiếp: SPITốc độ truyền dữ liệu tối đa 10Mbit/s

2.11.8. Giới thiệu cảm biến tiệm cận E18-D50NK

Bảng 2.8: Giới thiệu cảm biến tiệm cận E18-D50NK

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.17: Hình ảnh cảm biến vật cản</i>	<ul style="list-style-type: none">Nguồn điện hoạt động: 5VDC.Khoảng cách phát hiện: 3~80cm.Có thể điều chỉnh khoảng cách qua biến trở.Dòng kích ngõ ra: 300mA.Ngõ ra dạng NPN cực thu hở giúp tùy biến được điện áp ngõ ra, trở treo lên áp bao nhiêu sẽ tạo thành điện áp ngõ ra bấy nhiêu.

2.11.9. Giới thiệu module DFPlayer

Bảng 2.9: Giới thiệu module DFPlayer

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
 <i>Hình 2.18: Hình ảnh module phát âm thanh</i>	<ul style="list-style-type: none">Điện áp hoạt động: 3.2~5VDCTốc độ lấy mẫu (Khz): 8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48 với ngõ ra 24bitHỗ trợ đầy đủ FAT16, FAT32, hỗ trợ tối đa thẻ TF 32G.

2.11.10.Giới thiệu module relay

Bảng 2.10: Giới thiệu module relay

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
Hình 2.19: Hình ảnh module relay	<ul style="list-style-type: none">• Nguồn hoạt động: 5VDC• Dòng kích: 50mA• Ngõ ra relay: 250 VAC 10A or 30 VDC 10A

2.11.11.Giới thiệu khóa điện

Bảng 2.11: Giới thiệu khóa điện

Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
Hình 2.20: Hình ảnh khóa điện	<ul style="list-style-type: none">• Nguồn hoạt động: 12VDC• Dòng kích: 1A• Khóa điện sẽ ở trạng thái khóa khi không cấp nguồn.

2.11.12. Giới thiệu động cơ điện

Bảng 2.12: Giới thiệu động cơ điện

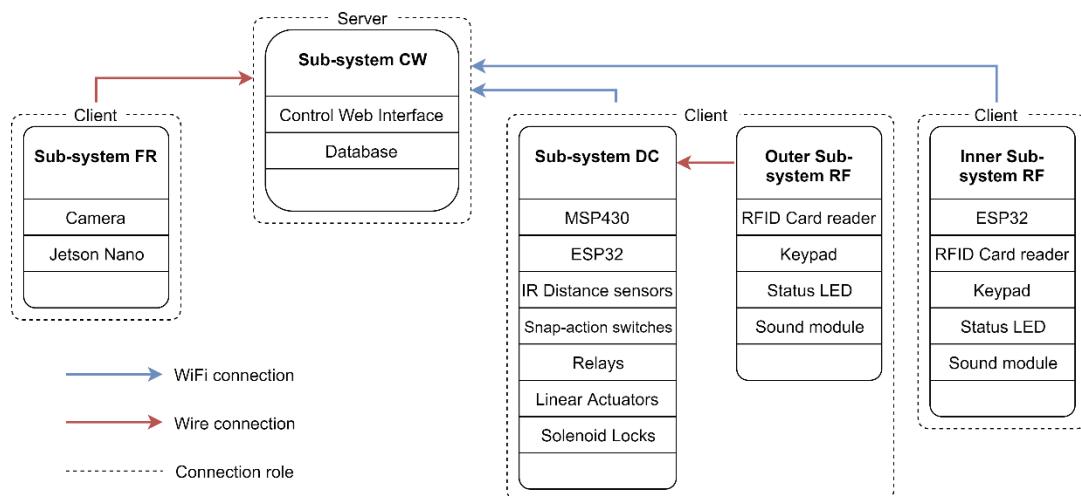
Hình ảnh	Thông số kỹ thuật
	<ul style="list-style-type: none">Nguồn hoạt động: 24VDCHành trình xi lanh: 250mmTốc độ: 12mm/sLực đẩy tối đa: 1000N

Hình 2.21: Hình ảnh động cơ điện

Chương 3. THIẾT KẾ VÀ HIỆN THỰC HỆ THỐNG

3.1. Mô hình tổng thể của hệ thống

Hệ thống bao gồm 4 sub-system: RF (Radio Frequency Identification), FR (Face Recognition), CW (Control Website), DC (Door Controller). Trong đó, sub-system RF sẽ được đặt ở hai vị trí đó là vị trí bên trong cửa và vị trí bên ngoài cửa. Sub-system RF bên trong cửa sẽ giúp người thuê trọ thực hiện công việc xác thực để tiến ra bên ngoài khu vực phòng trọ. Bên cạnh đó, với sub-system RF bên ngoài cửa sẽ giúp người thuê trọ thực hiện công việc xác thực để tiến vào bên trong khu vực phòng trọ. Tuy nhiên, đối với hệ thống hiện tại, giải pháp xử lý khi mất kết nối WiFi chỉ được áp dụng trên sub-system RF ở vị trí bên ngoài, đối với sub-system RF ở vị trí bên trong, khi trường hợp mất kết nối WiFi xảy ra, người thuê trọ cần liên hệ với chủ trọ để có thể xử lý vấn đề điều khiển cửa.



Hình 3.1: Sơ đồ vai trò kết nối tổng thể trong hệ thống

3.2. Hình ảnh chiếc cửa cổng tại thực địa

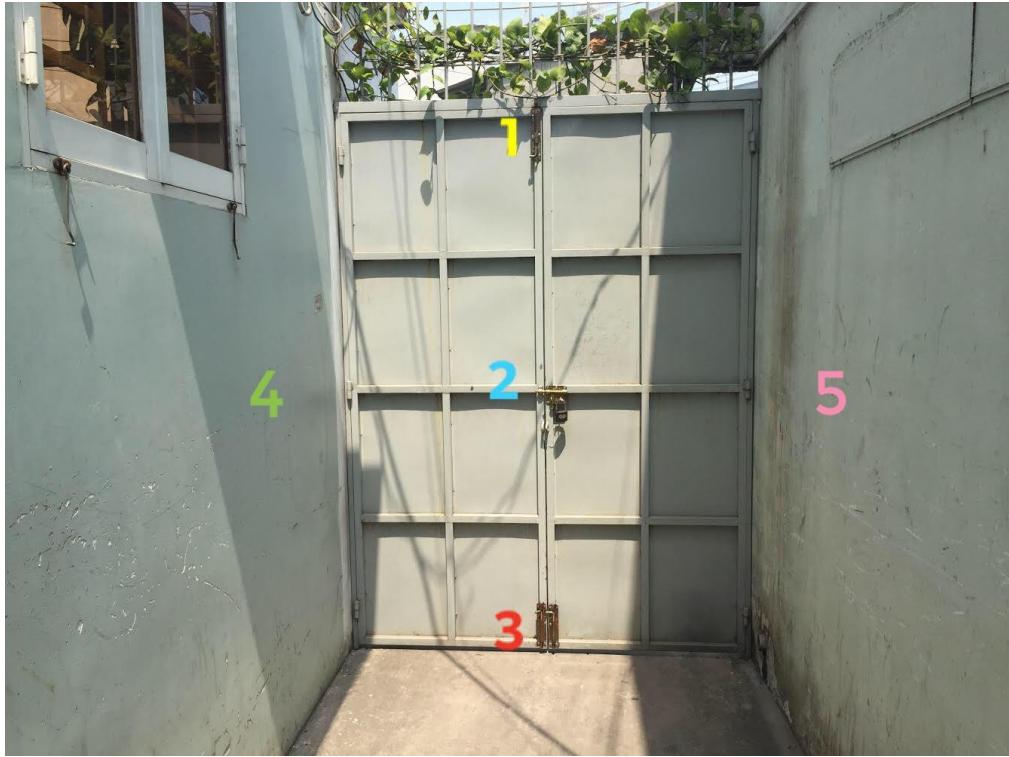
Bên dưới là hình ảnh của chiếc cửa cổng có nhu cầu được triển khai hệ thống. Cửa này không quá nặng để có thể được đẩy bằng xi lanh điện. Với lực đẩy tối đa là 1000N, xi lanh điện không gấp khó khăn để đẩy và kéo chiếc cửa này.



Hình 3.2: Cửa cổng nhìn từ bên ngoài



Hình 3.3: Cửa cổng nhìn từ bên trong



Hình 3.4: Vị trí đặt xi lanh điện và khóa điện

Chú thích:

- 1, 2, 3: Vị trí gắn khóa điện
- 4, 5: Vị trí gắn xi lanh điện

3.3. Giải thuật phát hiện khuôn mặt LFFD

3.3.1. Giới thiệu

LFFD (Light and Fast Face Detection) [2] là một mô hình deep learning được thiết kế nhằm mục tiêu cân bằng được độ chính xác và tốc độ. Kết quả là một model nhỏ gọn, tốc độ suy luận nhanh trong khi vẫn đạt được độ chính xác rất đáng kể.

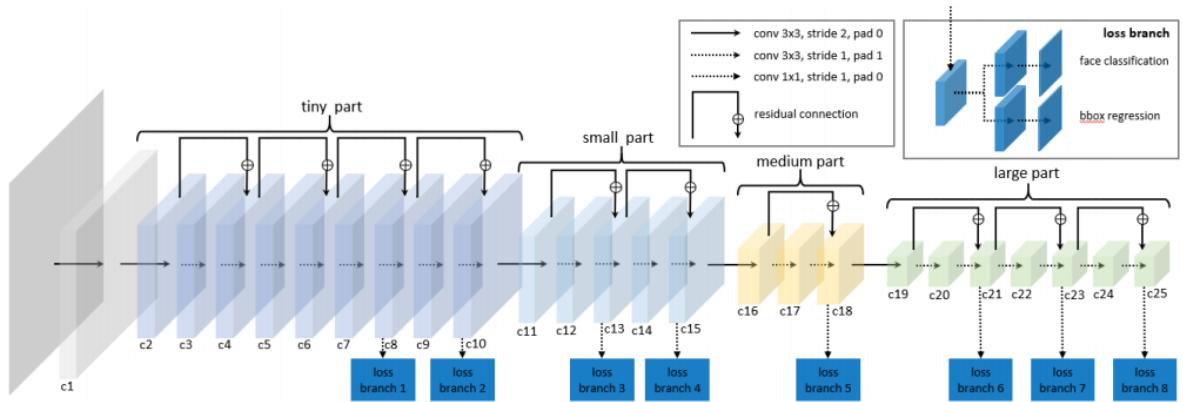
Một số điểm đáng chú ý:

- Dễ dàng thêm khả năng phát hiện các khuôn mặt có kích thước lớn, bằng cách thêm một số lớp nhất định với chi phí thời gian tăng lên không đáng kể.
- Có thể phát hiện khuôn mặt rất nhỏ (kích thước 10 pixel) trong ảnh có độ phân giải cao (8K hoặc hơn) trong một lần suy luận duy nhất.

- Mạng được xây dựng sử dụng các phép tính phỏ biến, khiến model có thể được triển khai dễ dàng trên nhiều nền tảng khác nhau.

3.3.2. Kiến trúc mạng

Kiến trúc mạng mà LFFD xây dựng bao gồm 25 lớp convolution, và được chia thành bốn phần: phần rất nhỏ, phần nhỏ, phần trung bình, phần lớn – tiny part, small part, medium part, large part. Xuyên suốt xương sống của kiến trúc này, có 8 nhánh loss chịu trách nhiệm phát hiện khuôn mặt với những tỉ lệ – scale khác nhau. Cả kiến trúc chỉ dùng các phép tích chập conv 3×3 , conv 1×1 , ReLU và residual connection.



Hình 3.5: Kiến trúc mạng mà LFFD sử dụng

Bảng 3.1: Thông tin chi tiết về kiến trúc mạng LFFD

		No. filter	Branch	Location	RF size	RF stride	Ratio of RF and avg. face scale
tiny part		64	loss branch 1	c8	55	4	4.4
			loss branch 2	c10	71	4	4.0
small part		64	loss branch 3	c13	111	8	3.7
			loss branch 4	c15	143	8	2.6
medium part		128	loss branch 5	c18	223	16	2.4

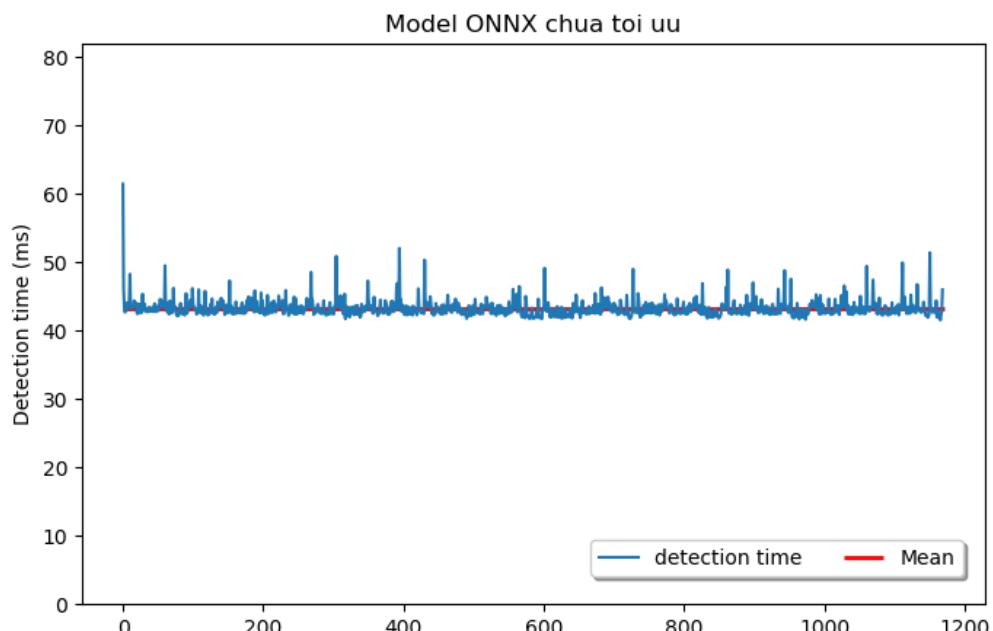
			loss branch 6	c21	383	32	2.1
large part	128	loss branch 7	c23	511	32	1.5	
		loss branch 8	c25	639	32	1.3	

3.3.3. Benchmarks

Đánh giá tốc độ của model với input là video nhóm tự chuẩn bị, input network size là 320×240 . Model cho tốc độ suy luận ở mỗi frame vào khoảng 43ms.

	Easy Set	Medium Set	Hard Set
LFFD v2	0.875	0.863	0.754

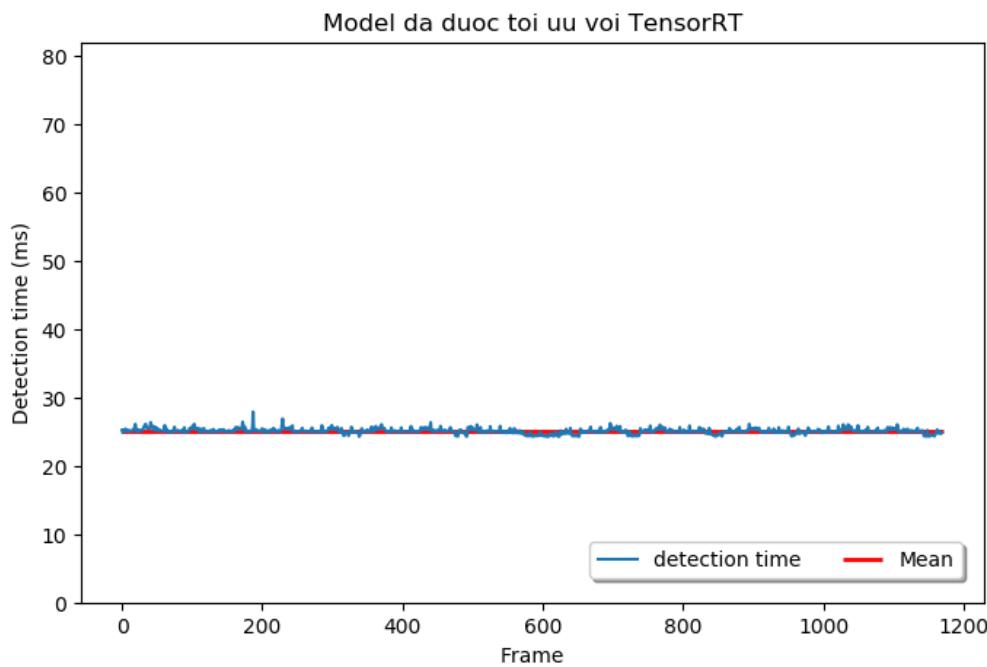
Hình 3.6: Kết quả benchmark với bộ validation set của WIDER FACE



Hình 3.7: Tốc độ suy luận của model ONNX chưa tối ưu với TensorRT

3.3.4. Chuyển model sang TensorRT engine

Với cùng một video test, model được tối ưu với TensorRT cho thấy tốc độ suy luận cho từng frame trung bình là 25ms, giảm đi gần 20ms so với khi chưa được tối ưu.



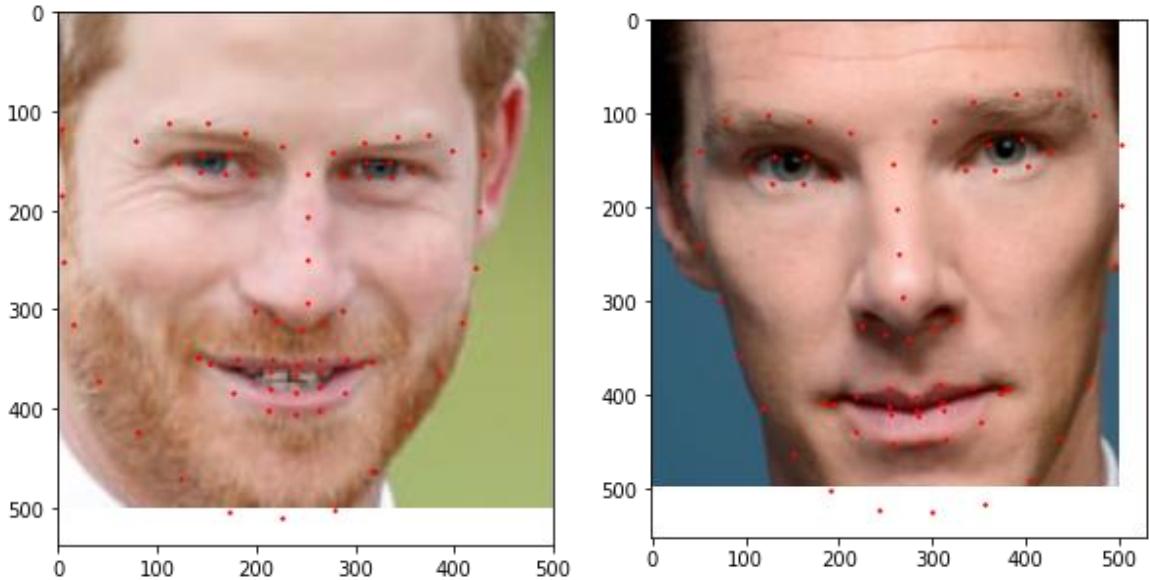
Hình 3.8: Tốc độ suy luận của model khi đã được tối ưu với TensorRT

3.4. Mô hình lấy đặc trưng khuôn mặt dlib

3.4.1. Facial landmarks

Để giải quyết vấn đề làm sao để phân biệt khuôn mặt này với khuôn mặt khác, facial landmark sẽ được sử dụng, để đánh dấu các thành phần cụ thể trên khuôn mặt. Ví dụ, một người có thể có đôi mắt rộng hoặc mũi to. Xác định vị trí của các mốc này có thể giúp chúng ta so sánh khuôn mặt. Nói một cách cụ thể, khuôn mặt của một người sẽ được mô tả thông qua những điểm landmark này, chúng là nguyên liệu để cho ra vector face embedding, được dùng để so sánh để cho ra kết quả rằng 2 khuôn mặt có của cùng một người hay không.

dlib [3] cung cấp 2 lựa chọn để lấy facial landmark, một model cho ra 5 điểm, model còn lại cho ra 68 điểm facial landmark.



Hình 3.9: 68 điểm facial landmark được đánh dấu trên mỗi khuôn mặt

Tuy nhiên, trước hết mỗi khuôn mặt phải trải qua một bước gọi là Căn chỉnh, hay face alignment. Việc căn chỉnh khuôn mặt này giúp chuẩn hóa các bức ảnh mặt về một quy chuẩn nhất định, giúp tăng độ chính xác. Ví dụ như:

- Khuôn mặt được đặt nằm chính giữa ảnh
- Khuôn mặt được xoay sao cho 2 mắt nằm trên cùng một đường thẳng nằm ngang
- Được thu phóng sao cho kích thước của các khuôn mặt tương đương nhau

3.4.2. Dữ liệu training và độ chính xác

Model được train từ bộ dataset hơn 3 triệu khuôn mặt, được thu thập từ nhiều dataset khác, như The face scrub dataset, VGG dataset và một lượng lớn ảnh lấy trực tiếp từ internet. Bộ dataset này đã được tác giả loại bỏ các nhãn lỗi một cách đáng kể bằng cách train đi train lại dùng các phương pháp vẽ biểu đồ phân cụm theo dõi quá trình training và cả loại bỏ bằng tay. Tổng cộng, dataset chứa 7485 danh tính. Source code để training được tác giả cung cấp.

Model đạt độ chính xác 99.38% trên benchmark LFW, một benchmark đánh giá xác thực khuôn mặt.

3.5. Thu thập dữ liệu khuôn mặt

Bước xác thực thứ 2 – xác thực khuôn mặt cần truy xuất đến database để lấy những embedding tương ứng với ID của chiếc thẻ được quét. Những embedding này được tạo ra từ những hình ảnh chụp khuôn mặt mà nhóm đã chủ động chuẩn bị. Đối tượng để nhóm thu thập hình ảnh khuôn mặt là nhóm 25 người: 2 thành viên trong nhóm, còn lại là người thuê trọ.



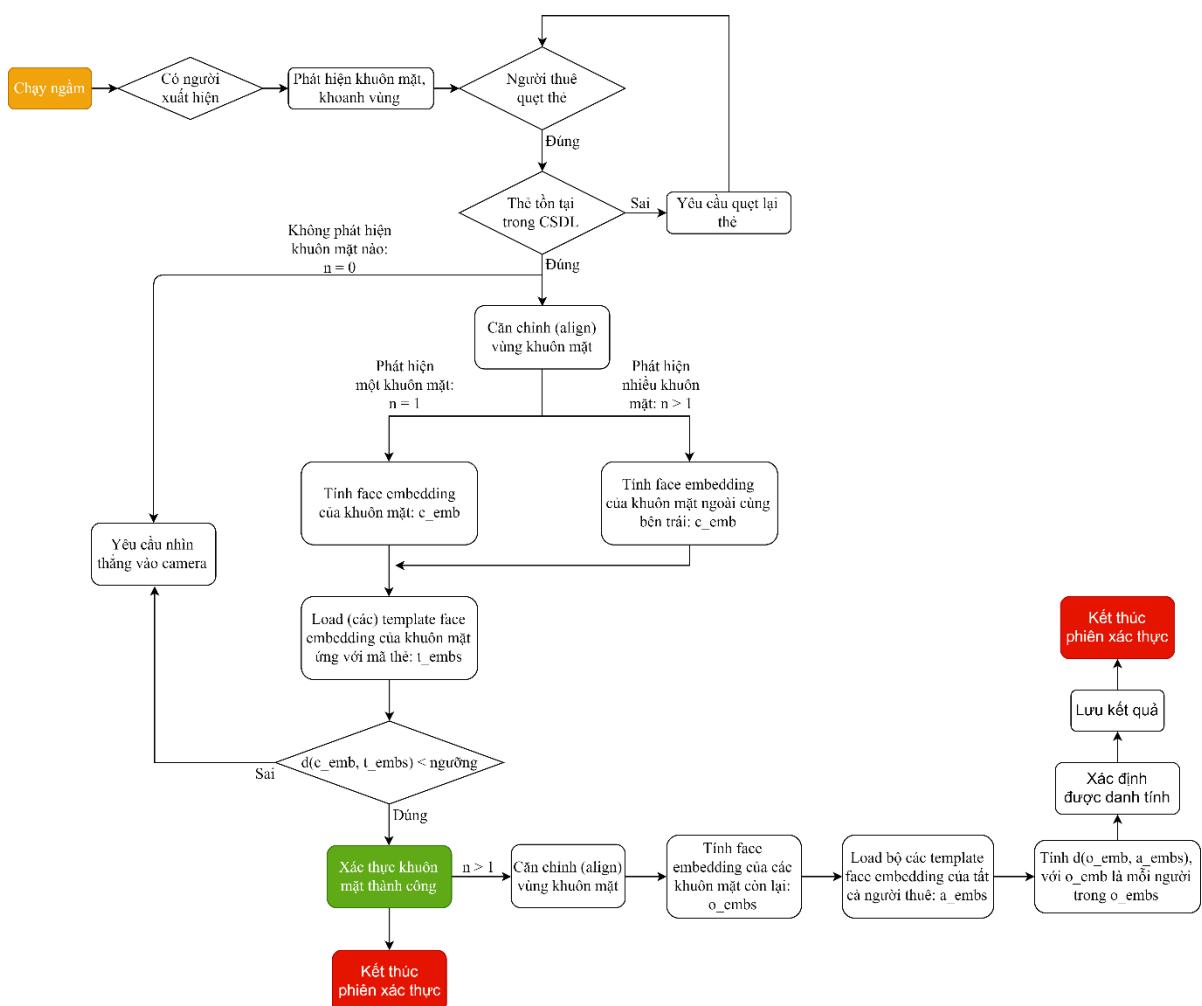
Hình 3.10: Một số ảnh khuôn mặt của những người được dùng để làm template face

Mỗi định danh có từ 5 đến 10 ảnh template, được chụp bằng nhiều loại camera, trong 2 điều kiện đủ sáng và thiếu sáng.

3.6. Giải thuật xử lý tại bước xác thực thứ 2

Ban đầu, nhóm chỉ cho phép camera được bật lên để bắt đầu xác thực khuôn mặt khi thẻ RFID được quét đã được xác thực thành công. Tuy nhiên, nhóm nhận thấy quá trình khởi tạo camera để sẵn sàng sử dụng tốn khá nhiều thời gian, khiến cho quá trình xác thực kém hiệu quả, gây khó chịu cho người thuê.

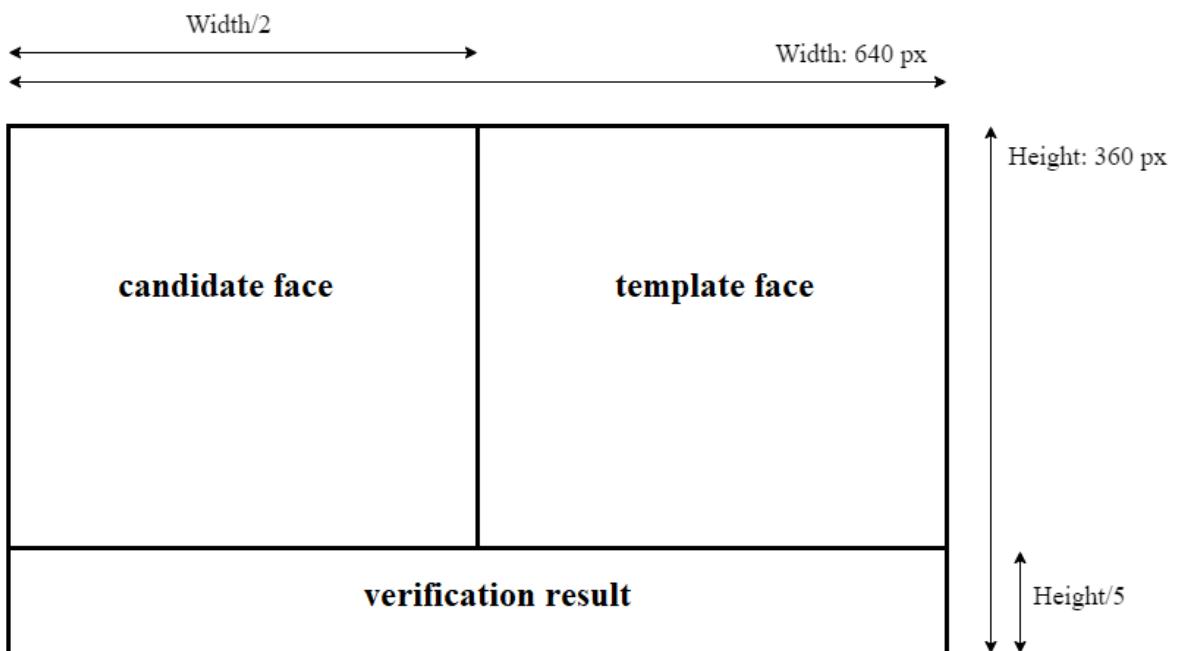
Sau nhiều phiên bản, cuối cùng nhóm đã quyết định cho sub-system FR chạy ngầm phát hiện khuôn mặt từ ban đầu, khi thẻ RFID được xác thực thành công, quá trình xác thực khuôn mặt mới bắt đầu. Phương pháp này giải quyết vấn đề về tốc độ so với các phiên bản trước.



Hình 3.11: Giải thuật xử lý tại bước xác thực thứ 2

3.7. Thể hiện quá trình và kết quả xác thực khuôn mặt

Quá trình xác thực và kết quả được thể hiện qua một cửa sổ được thiết kế:



Hình 3.12: Thiết kế cửa sổ thể hiện quá trình xác thực

candidate face là khuôn mặt được chụp tại thực tại, khi người dùng trình diện trước camera. **template face** là (những) khuôn mặt của người đó được đăng ký trong cơ sở dữ liệu của hệ thống. **verification result** cho biết kết quả của quá trình xác thực.

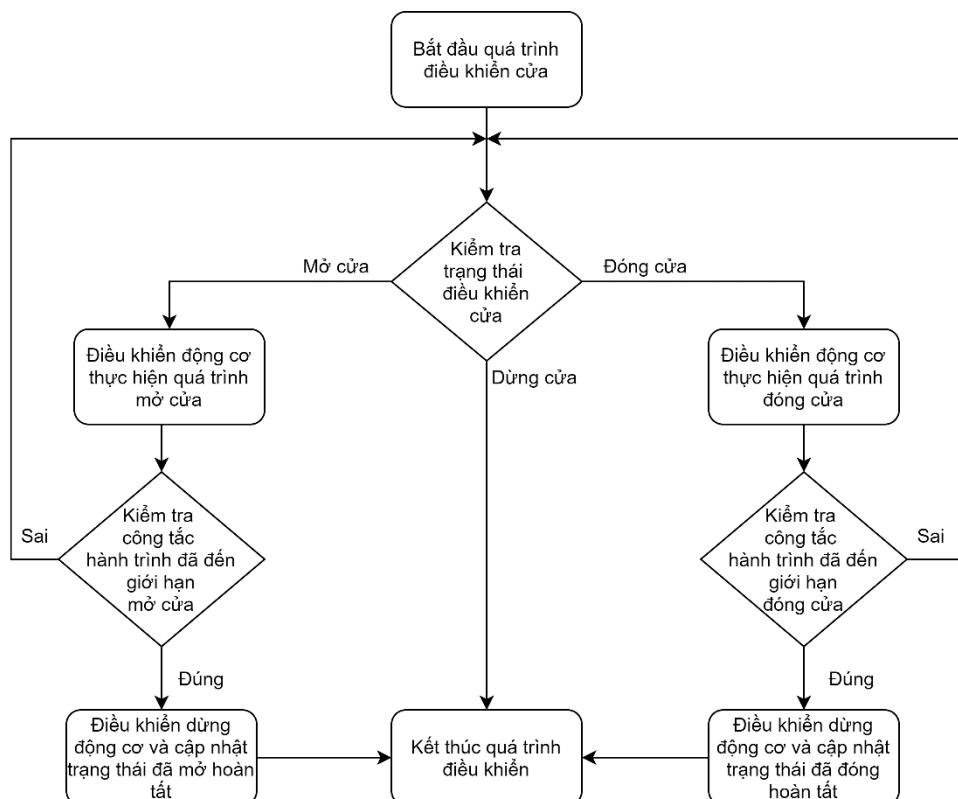
Bảng 3.2: Thông điệp của verification result

Kết quả xác thực khuôn mặt	Thông điệp
Thành công	ACCESS GRANTED
Không thành công	ACCESS DENIED

3.8. Xây dựng các giải pháp điều khiển cửa

3.8.1. Giải pháp phát hiện cửa đã đóng hoặc mở hoàn tất

Để phục vụ cho mục đích phát hiện cửa đã đóng hoặc mở hoàn tất và cập nhật trạng thái lên CW, nhóm thực hiện đã sử dụng công tắc hành trình để gắn tại các vị trí giới hạn dừng của cửa. Khi cửa đi đến giới hạn dừng, công tác hành trình sẽ được kích hoạt để hệ thống có thể nhận diện được cửa đã đóng hoàn tất và dừng điều khiển động cơ. Đối với mỗi cửa, sẽ bao gồm 1 công tắc hành trình mang nhiệm vụ phát hiện cửa đã đóng hoàn tất và 1 công tắc hành trình mang nhiệm vụ phát hiện cửa đã mở hoàn tất. Vì vậy, đối với hệ thống điều khiển 2 cửa trái và cửa phải sẽ bao gồm 4 công tắc hành trình.

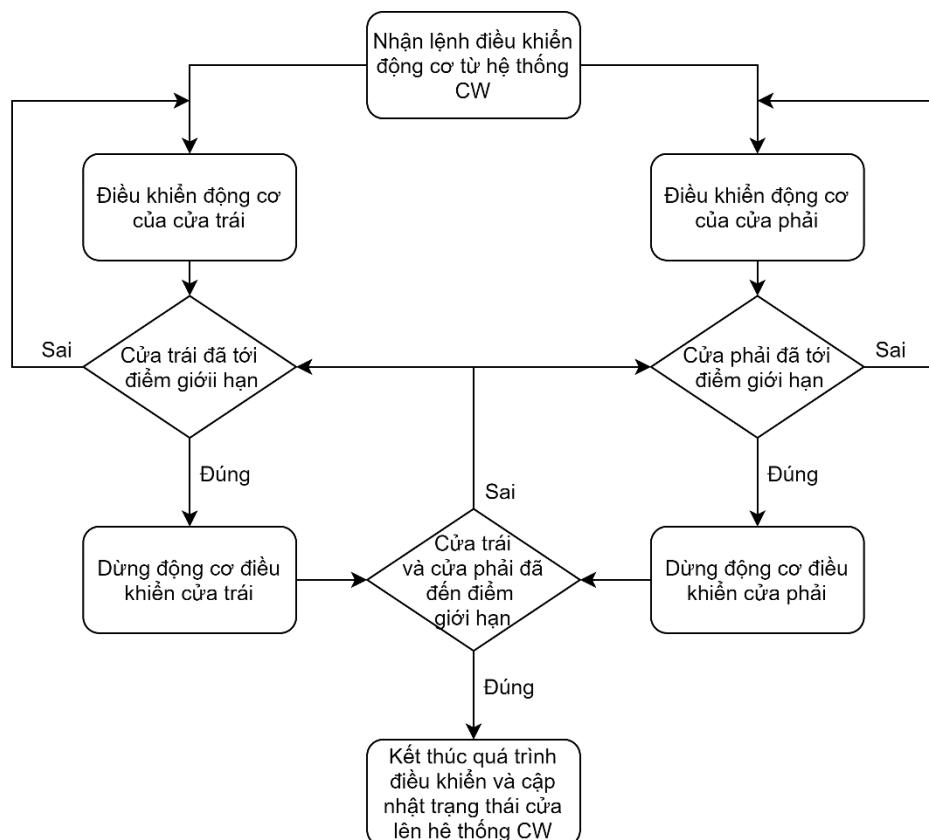


Hình 3.13: Lưu đồ giải thuật của giải pháp phát hiện cửa đã đóng/mở hoàn tất

3.8.2. Giải pháp điều khiển động cơ

Đối với động cơ đẩy được sử dụng trong hệ thống điều khiển cửa, động cơ chỉ có 2 cực là cực dương và cực âm. Nếu ta cấp nguồn đúng chiều theo 2 cực của động cơ, xi lanh động cơ sẽ thực hiện thao tác đẩy, nếu ta đảo chiều, xi lanh sẽ thực hiện thao tác đóng. Vì vậy, nhóm thực hiện đã thiết kế một sơ đồ sử dụng 2 relay để có thể đảo chiều động cơ.

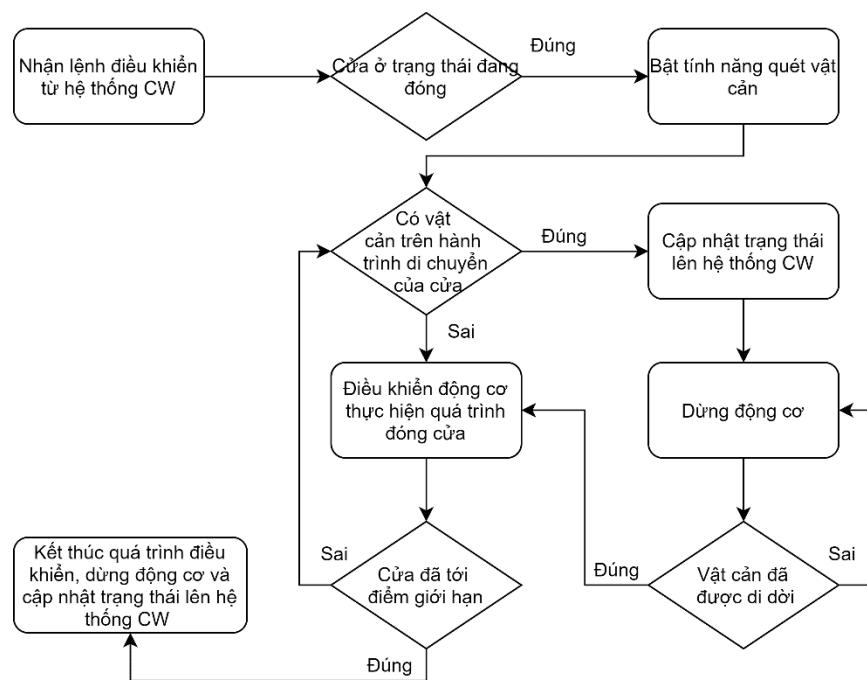
Đối với hệ thống cửa của nhóm, sẽ bao gồm 2 cửa vì vậy sẽ có 2 động cơ điều khiển cửa riêng biệt. Khi cánh cửa nào đến điểm giới hạn hệ thống sẽ thực hiện dừng động cơ của cửa đó. Trạng thái mở cửa hoặc đóng cửa hoàn tất là khi cả 2 cửa đã đến điểm giới hạn và cả 2 động cơ đã được dừng. Đối với các trường hợp hệ thống dừng cửa do vật cản hoặc do hệ thống đã vượt quá thời gian an toàn, cả 2 động cơ điều khiển cửa sẽ được dừng đồng thời. Chi tiết về cách hoạt động của giải pháp điều khiển động cơ được mô tả ở mục “3.6.8 Phương pháp điều khiển động cơ và điều khiển chốt khóa cửa”



Hình 3.14: Lưu đồ giải thuật của giải pháp điều khiển động cơ

3.8.3. Giải pháp phát hiện vật cản

Trong quá trình hoạt động, các trường hợp cửa gặp vật cản trên hành trình di chuyển là không thể tránh khỏi. Vì vậy, nhóm thực hiện đã tiến hành xây dựng giải pháp phát hiện các vật cản trên hành trình di chuyển của cửa để tránh các va chạm xảy ra. Cảm biến vật cản E18-D50NK được sử dụng trong giải pháp này sẽ giúp hệ thống phát hiện được các vật cản xuất hiện trong khoảng cách 30cm khi cửa di chuyển. Để tăng tính bao quát khi phát hiện các vật cản, nhóm thực hiện đã bố trí 2 cảm biến trên mỗi cửa, mỗi cảm biến sẽ có một góc chiếu khác nhau để có thể phát hiện được nhiều hình dạng của vật cản. Chi tiết về cách hoạt động của giải pháp được mô tả ở mục “3.6.10 Phương pháp xử lý khi gặp vật cản”



Hình 3.15: Lưu đồ giải thuật của giải pháp phát hiện vật cản

Giải pháp phát hiện vật cản trên hành trình di chuyển của cửa hiện tại được áp dụng với trường hợp cửa đang ở trạng thái “Closing”, đối với các trạng thái còn lại, các cảm biến phát hiện vật cản sẽ không hoạt động để tránh các trường hợp dừng cửa không đúng mục đích.

3.8.4. Giải pháp thông báo trạng thái hoạt động

Để tương tác với người sử dụng một cách thuận tiện và dễ dàng, nhóm thực hiện đã thiết hệ thống phát âm thanh bằng loa cùng với thể hiện màu sắc qua đèn LED (Light Emitting Diode) để thông báo trạng thái hoạt động cho người sử dụng. Các thông báo bằng âm thanh kết hợp với màu sắc tương ứng với từng trạng thái hoạt động của hệ thống được miêu tả theo bảng sau đây:

Bảng 3.3: Bảng mô tả các trạng thái thông báo

STT	Trạng thái thông báo	Lời thoại âm thanh	Màu sắc của đèn LED
1	Người dùng nhập đúng mật khẩu ở bước xác thực thứ nhất	Mật khẩu chính xác, mời bạn nhìn vào camera để nhận diện khuôn mặt.	Xanh lá
2	Người dùng nhập đúng mật khẩu khi hệ thống bị mất kết nối WiFi không thể xác thực bước thứ 2	Mật khẩu chính xác, mời bạn vào.	Xanh lá
3	Người dùng nhập sai mật khẩu ở bước xác thực thứ nhất	Mật khẩu không chính xác, vui lòng nhập lại.	Đỏ
4	Người dùng nhập mật khẩu chưa đủ 6 ký tự	Mật khẩu chưa đủ 6 ký tự, vui lòng nhập lại.	Tím
5	Người dùng sử dụng thẻ RFID có trong cơ sở dữ liệu ở bước xác thực thứ nhất	Thẻ chính xác, mời bạn nhìn vào camera để nhận diện khuôn mặt.	Xanh
6	Người dùng sử dụng thẻ RFID không có trong cơ sở dữ liệu ở bước xác thực thứ nhất	Thẻ không chính xác, vui lòng nhập lại.	Đỏ
7	Người dùng sử dụng thẻ RFID khi hệ thống bị mất kết nối WiFi	Không thể xác nhận thẻ, vui lòng sử dụng mật khẩu.	Tím

8	Hệ thống nhận diện khuôn mặt người dùng trùng khớp với thẻ RFID hoặc mật khẩu ở bước xác thực thứ nhất	Xác thực khuôn mặt thành công, mời bạn vào.	Xanh
9	Hệ thống không thể phát hiện khuôn mặt của người dùng	Không thể phát hiện khuôn mặt nào, hãy nhìn thẳng vào camera và bắt đầu lại quá trình xác thực	Vàng
10	Hệ thống nhận diện khuôn mặt người dùng không trùng khớp với thẻ RFID hoặc mật khẩu ở bước xác thực thứ nhất	Xác thực khuôn mặt không thành công, vui lòng bắt đầu lại từ đầu quá trình xác thực.	Đỏ
11	Hệ thống hoàn tất quá trình điều khiển mở cửa	Cửa đã mở hoàn tất.	Xanh dương
12	Hệ thống bắt đầu thực hiện quá trình điều khiển mở cửa	Cửa đang mở, hãy tránh xa để tránh thương tích.	Xanh lá
13	Hệ thống hoàn tất quá trình điều khiển đóng cửa	Cửa đã đóng hoàn tất.	Xanh dương
14	Hệ thống bắt đầu thực hiện quá trình điều khiển đóng cửa	Cửa đang đóng, hãy tránh xa để tránh thương tích.	Xanh lá
15	Hệ thống phát hiện vật cản trên hành trình đóng cửa	Cửa đang gặp vật cản, xin hãy di dời vật cản khỏi hành trình đóng cửa.	Vàng
16	Hệ thống phát hiện quá trình đóng/mở cửa vượt quá thời gian an toàn	Cửa đang gặp sự cố, vui lòng thông báo cho người quản lý.	Vàng

Màu sắc của các đèn LED sẽ được hiển thị trong 3 giây, sau 3 giây, hệ thống sẽ thực hiện tắt đèn LED. Trong trường hợp đang phát âm thanh thông báo, hệ

thống thay đổi sang trạng thái mới thì âm thanh thông báo hiện tại sẽ được ngắt và thay thế bằng âm thanh thông báo của trạng thái mới.

3.8.5. Giải pháp xác thực khi mất kết nối WiFi

Đối với các thiết bị kết nối WiFi, trong quá trình kết nối liên tục có thể sẽ xảy ra trường hợp mất kết nối WiFi, vì vậy nhóm thực hiện đã phát triển phương pháp xử lý xác thực khi mất kết nối WiFi để đảm bảo hệ thống vẫn có thể hoạt động mà không gặp sự cố. Trong sub-system RF, mật khẩu của người dùng được lưu trên cơ sở dữ liệu ở server và được lưu cả trong bộ nhớ flash của sub-system RF. Khi mất kết nối WiFi sub-system RF sẽ chủ động phát hiện và chuyển sang biện pháp xác thực bằng các mật khẩu đã được lưu trong bộ nhớ flash. Lúc này sub-system RF chỉ có thể hoạt động với chức năng nhập mật khẩu từ bàn phím, mạch đọc thẻ sẽ không hoạt động, nếu người thuê trọ quét thẻ, sub-system RF sẽ phát âm thanh thông báo người thuê trọ chuyển sang chức năng nhập mật khẩu từ bàn phím. Chi tiết về cách thức hoạt động của giải pháp xác thực khi mất kết nối WiFi được mô tả ở mục “3.6.11 Phương pháp xử lý xác thực khi mất kết nối WiFi”

Tuy nhiên, phương pháp này có một nhược điểm là không thể lưu lại lịch sử xác thực vì đã mất kết nối với server. Đây là nhược điểm khi mất kết nối WiFi mà nhóm thực hiện cần phải khắc phục.

3.8.6. Giải pháp lưu lại lịch sử hoạt động của hệ thống điều khiển cửa

Để có thể dễ dàng kiểm tra và quản lý việc điều khiển cửa, nhóm đã xây dựng giải pháp lưu lại các lịch sử hoạt động của cửa theo từng trạng thái cụ thể. Sub-system CW sẽ giúp chủ trọ có thể xem lại các lịch sử hoạt động của cửa để phục vụ cho công việc quản lý. Mỗi lịch sử lưu lại sẽ bao gồm 3 thông số:

- “State”: thông số này miêu tả trạng thái hoạt động của cửa.
- “Input”: thông số này miêu tả mã thẻ RFID hoặc mật khẩu của người dùng đã thực hiện mở cửa. Đối với các trạng thái còn, thông số này sẽ hiện thị là “Unknow”.

- “Datetime”: thông số này miêu tả thời gian diễn ra của trạng thái cửa.

Ý nghĩa cụ thể của thông số “State” tương ứng với các trạng thái hoạt động của cửa sẽ được mô tả theo bảng dưới đây:

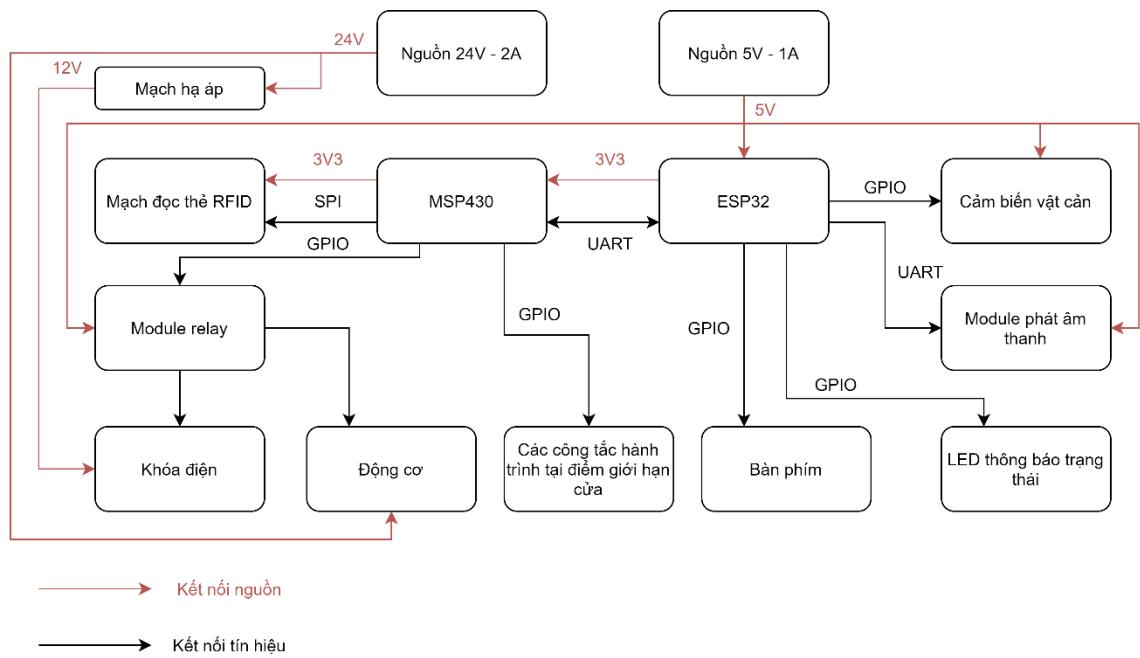
Bảng 3.4: Bảng mô tả lịch sử trạng thái của cửa

STT	Tên lịch sử được lưu	Trạng thái của cửa
1	Instant open	Cửa được điều khiển từ sub-system CW
2	Instant close	Cửa được điều khiển từ sub-system CW
3	Instant stop	Cửa được điều khiển từ sub-system CW
4	Interval open	Cửa được tự động mở theo thời gian đã được cài đặt sẵn
5	Interval close	Cửa được tự động đóng theo thời gian đã được cài đặt sẵn
6	Out rfid denied	Một mã thẻ RFID không tồn tại trong cơ sở dữ liệu được quét tại sub-system RF ở bên trong
7	Out password denied	Một mật khẩu không tồn tại trong cơ sở dữ liệu được quét tại sub-system RF ở bên trong
8	Out rfid granted	Một mã thẻ RFID có tồn tại trong cơ sở dữ liệu được quét tại sub-system RF ở bên trong
9	Out password granted	Một mật khẩu có tồn tại trong cơ sở dữ liệu được quét tại sub-system RF ở bên trong
10	In rfid denied	Một mã thẻ RFID không tồn tại trong cơ sở dữ liệu được quét tại sub-system RF ở bên ngoài
11	In password denied	Một mật khẩu không tồn tại trong cơ sở

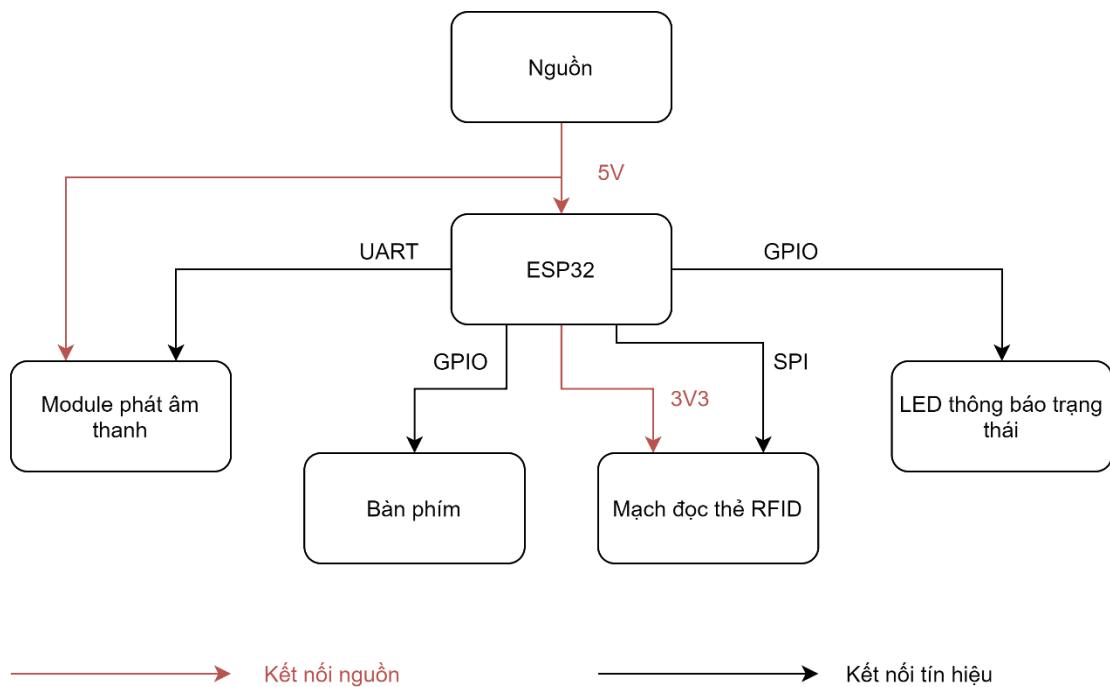
		dữ liệu được quét tại sub-system RF ở bên trong
12	In face recognition denied	Nhận diện khuôn mặt không trùng khớp với mã thẻ hoặc mật khẩu ở bước xác thực thứ nhất
13	Face not detected	Không thể phát hiện khuôn mặt nào trong tầm nhìn của camera
14	In rfid + face granted	Nhận diện khuôn mặt ở bước xác thực thứ hai trùng khớp với mã thẻ ở bước xác thực thứ nhất
15	In password + face granted	Nhận diện khuôn mặt ở bước xác thực thứ hai trùng khớp với mật khẩu ở bước xác thực thứ nhất
16	Stop by obstacle	Sub-system DC điều khiển cửa bị dừng do gặp vật cản khi đóng cửa
17	Door stuck	Sub-system DC điều khiển cửa ở trạng thái đang đóng hoặc đang mở vượt quá thời gian an toàn

3.9. Thiết kế PCB kết nối hệ thống các phần cứng

3.9.1. Sơ đồ kết nối phần cứng

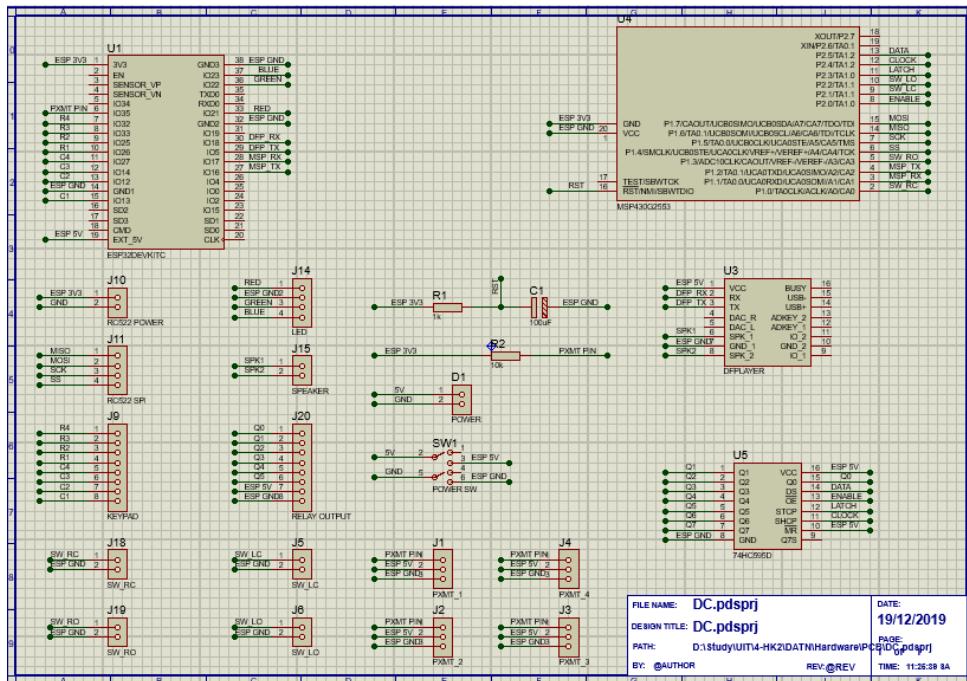


Hình 3.16: Sơ đồ kết nối phần cứng ở sub-system DC và RF vị trí bên ngoài

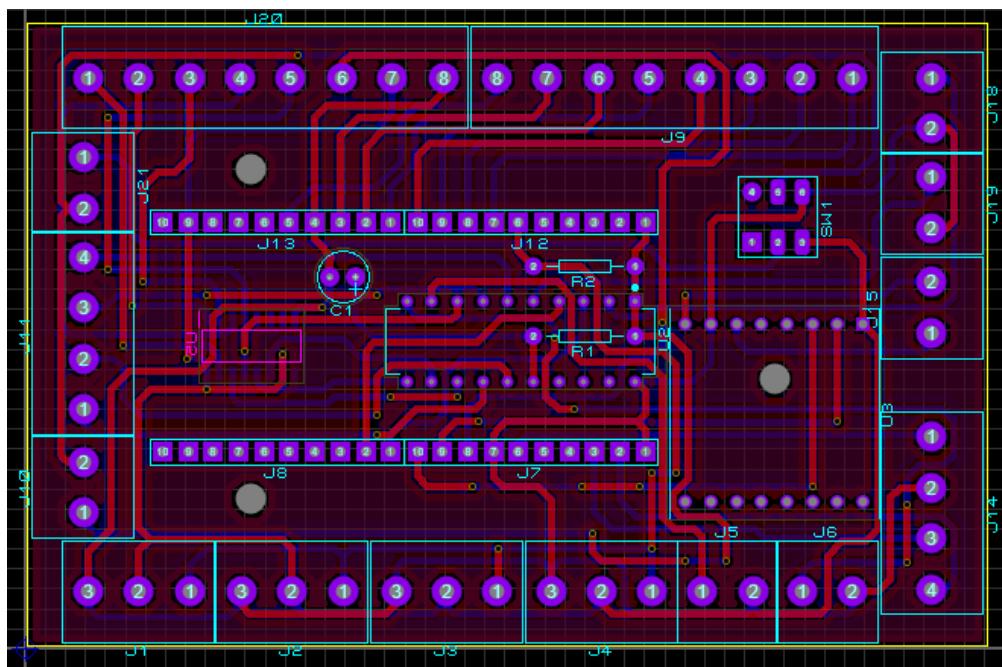


Hình 3.17: Sơ đồ kết nối phần cứng ở sub-system RF vị trí bên trong

3.9.2. Bản vẽ thiết kế mạch sub-system DC

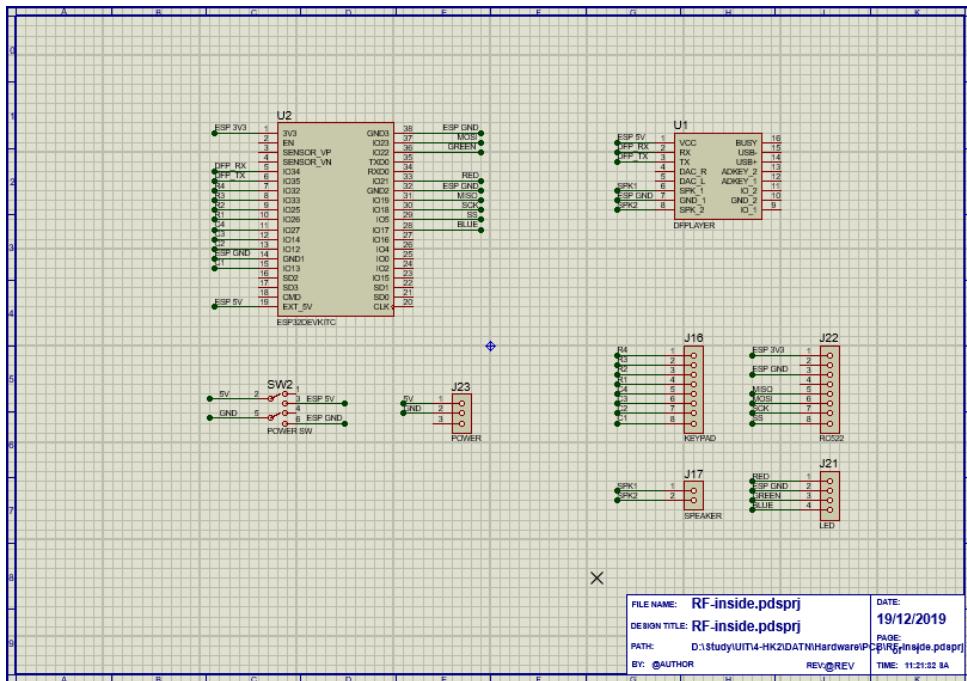


Hình 3.18: Sơ đồ thiết kế mạch sub-system DC

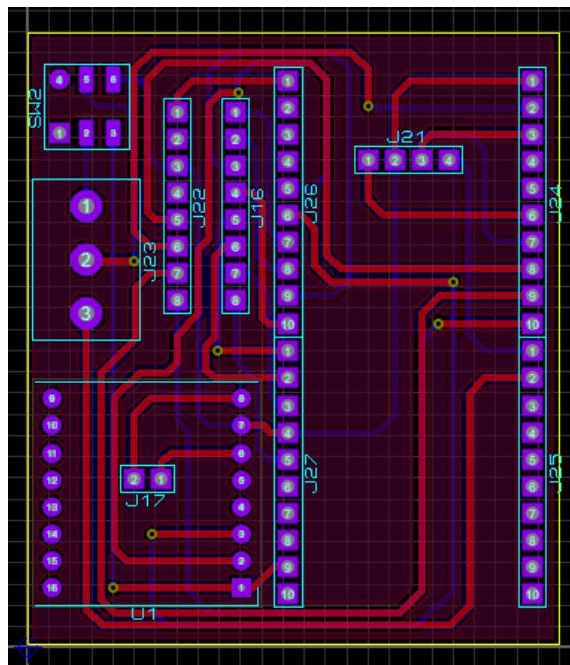


Hình 3.19: Bản vẽ thiết kế mạch sub-system DC

3.9.3. Bản vẽ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên trong

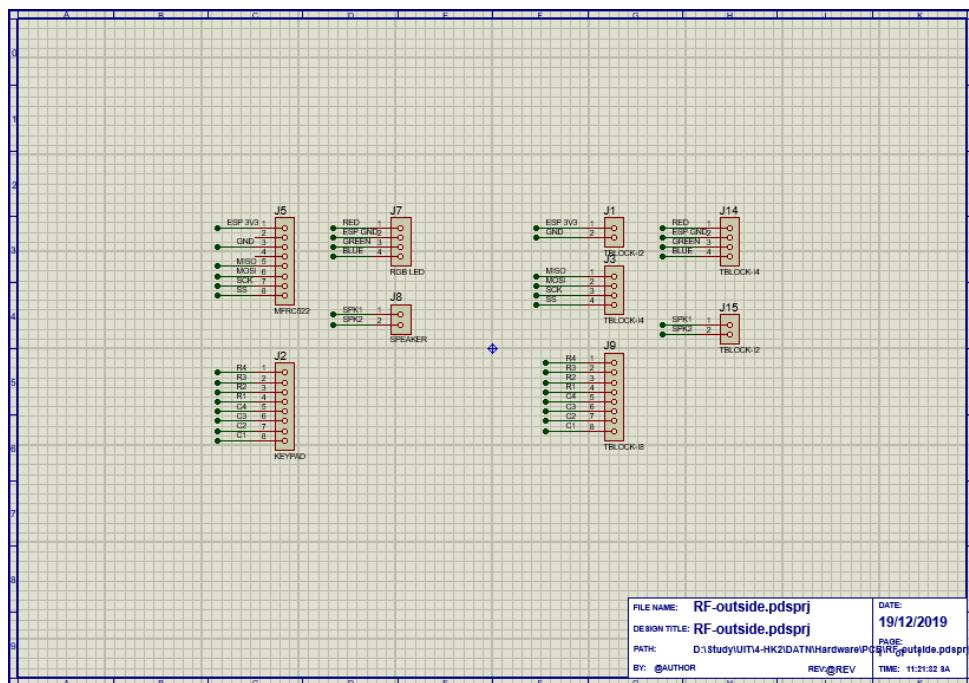


Hình 3.20: Sơ đồ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên trong cửa

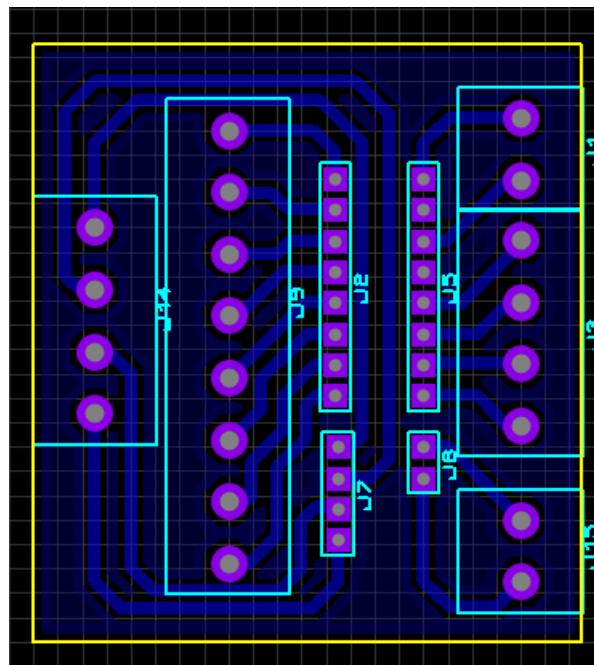


Hình 3.21: Bản vẽ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên trong cửa

3.9.4. Bản vẽ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên ngoài



Hình 3.22: Sơ đồ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên ngoài của



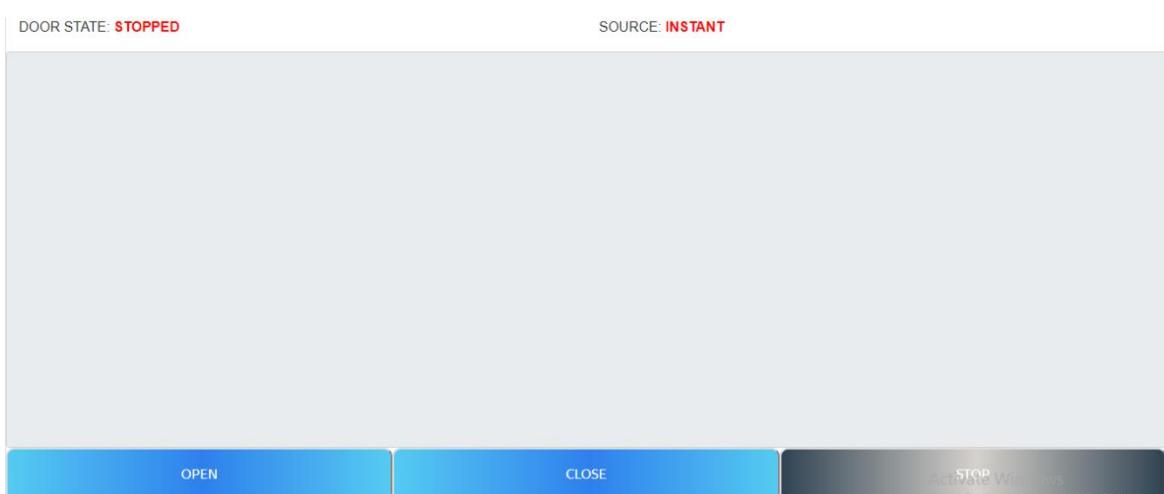
Hình 3.23: Bản vẽ thiết kế mạch sub-system RF vị trí bên ngoài của

3.10. Xây dựng website điều khiển

3.10.1. Tổng quan về website

Website điều khiển được nhóm xây dựng nhằm mục đích hỗ trợ chủ trọ có thể điều khiển và quản lý hệ thống cửa công một cách dễ dàng hơn. Bên cạnh đó, các thông số cũng như trạng thái hoạt động của cửa sẽ được hiển thị dưới dạng các giao diện thay vì những dữ liệu khô giúp chủ trọ có cái nhìn trực quan hơn về hệ thống. Ngoài ra, website cũng tích hợp các chức năng quản lý và điều chỉnh các thông số hoạt động của cửa.

3.10.2. Mô tả tính năng điều khiển cửa



Hình 3.24: Tính năng điều khiển cửa của sub-system CW

Tính năng điều khiển cửa sẽ giúp chủ trọ linh động điều khiển được trạng thái của cửa, ngoài ra, tính năng này cũng thể hiện trạng thái hiện tại của cửa.

Khu vực “DOOR STATE” sẽ là nơi hiển thị các trạng thái hiện tại của cửa, các trạng thái khác nhau sẽ tương ứng với các mã màu khác nhau. Dưới đây là bảng mô tả các trạng thái của cửa:

Bảng 3.5: Bảng mô tả các trạng thái hoạt động của cửa trên website điều khiển

STT	Tên trạng thái	Ý nghĩa của trạng thái
1	OPENING	Cửa đang được mở

2	OPENED	Cửa đã được mở hoàn tất
3	CLOSING	Cửa đang được đóng
4	CLOSED	Cửa đã được đóng hoàn tất
5	STOP	Cửa bị dừng

Khu vực “SOURCE” sẽ là nơi hiển thị các tác nhân gây nên các trạng thái cửa hiện tại, màu sắc của các tác nhân này cũng sẽ cùng màu với các trạng thái cửa. Dưới đây là bảng mô tả các tác nhân điều khiển cửa:

Bảng 3.6: Bảng mô tả các tác nhân điều khiển cửa trên website điều khiển

STT	Tên tác nhân điều khiển	Ý nghĩa của tác nhân điều khiển
1	INSTANT	Cửa được điều khiển thủ công ở sub-system CW
2	INTERVAL	Cửa được điều khiển do đến thời gian đã được cài đặt trước
3	RFID	Cửa được mở từ bên trong bởi thẻ RFID
4	PASSWORD	Cửa được mở từ bên trong bởi mật khẩu
5	FACE + RFID	Cửa được mở từ bên ngoài bởi thẻ RFID và nhận diện khuôn mặt
6	FACE + PASSWORD	Cửa được mở từ bên ngoài bởi mật khẩu và nhận diện khuôn mặt
7	OBSTACLE	Cửa bị dừng do gặp vật cản
8	STUCK	Cửa bị dừng do vượt quá thời gian an toàn

Khu vực các nút điều khiển “OPEN” “CLOSE” “STOP”: các nút này sẽ giúp chủ trọ điều khiển cửa một cách thủ công, khi cửa đang ở trạng thái nào thì nút điều khiển tương ứng với trạng thái đó sẽ bị mờ đi và không thể điều khiển.

3.10.3. Mô tả tính năng thiết lập thông số điều khiển cửa

The screenshot shows a user interface for door settings. At the top, there are two tabs: 'DOOR SETTING' and 'Authentication mode: RF and Face Recognition'. Below these are fields for 'Close automatically after opened' (set to 20 Second) and 'Timeout when closing/opening door' (set to 30 Second). There are two sets of time inputs labeled 'Time to open door' and 'Time to close door', both set to Hour 12 and Minute 22. Below these are sections for 'Notification to email 1' and 'Notification to email 2', each containing an email address: tainguyen2912@gmail.com. At the bottom are two large blue buttons: 'SAVE' and 'RELOAD'.

Hình 3.25: Tính năng thiết lập thông số điều khiển cửa của sub-system CW

Để linh hoạt trong việc hoạt động của hệ thống điều khiển, nhóm thực hiện đã xây dựng chức năng điều chỉnh các thông số hoạt động của cửa để có thể tùy chỉnh các thông số tương ứng với các trường hợp hoạt động khác nhau.

Thông số “Time to take snapshot” biểu hiện cho chu kỳ thời gian chụp lại các bức ảnh phục vụ cho công việc quản lý. Khoảng thời gian này được cài đặt theo đơn vị phút, sau mỗi chu kỳ thời gian, hệ thống sẽ điều khiển camera chụp lại các bức hình tại cửa cổng. Các bức ảnh này sẽ được lưu trong hệ thống, khi có các sự cố xảy ra, chủ trọ có thể xem lại các bức ảnh này để kiểm tra tình hình ra vào tại cửa cổng.

Thông số “Authentication mode” biểu hiện cho chế độ xác thực hiện tại mà hệ thống đang vận hành. Các chế độ bao gồm:

- RF and Face Recognition: ở chế độ này, để có thể mở cửa cổng từ phía ngoài, người dùng sẽ phải trải qua 2 bước xác thực. Bước xác thực thứ nhất là tại sub-system RF bằng phương pháp quét thẻ RFID hoặc nhập mật khẩu cá nhân, và bước xác thực thứ hai là nhận diện khuôn mặt.
- Only RF: ở chế độ này, để có thể mở cửa cổng từ phía ngoài, người dùng sẽ phải trải qua duy nhất 1 bước xác thực tại sub-system RF bằng phương pháp quét thẻ RFID hoặc nhập mật khẩu cá nhân.
- Only Face Recognition: ở chế độ này, để có thể mở cửa cổng từ phía ngoài, người dùng sẽ phải trải qua duy nhất 1 bước xác thực nhận diện khuôn mặt.

Thông số “Close automatic after opened”: đây là thông số thời gian chờ sau khi cửa đã mở do các quá trình xác thực mở cửa. Khoảng thời gian này được tính theo đơn vị giây, khi hết thời gian này, cửa sẽ được hệ thống điều khiển đóng cửa.

Thông số “Timeout when closing/opening door”: đây là thông số thời gian an toàn cho cửa. Khoảng thời gian này được tính theo đơn vị giây, khi thời gian cửa ở trạng thái đang đóng hoặc đang mở cửa vượt quá thời gian an toàn, hệ thống sẽ phát tín hiệu dừng cửa để tránh các sự cố xảy ra.

Thông số “Time to open door” và “Time to close door”: đây là hai thông số để thiết lập thời gian tự động mở cửa và tự động đóng cửa để phục vụ cho nhu cầu chủ trọ muốn mở cửa vào các thời gian đông người ra vào để giảm thiểu thao tác xác thực. Thời gian này được tính theo hệ tham chiếu 24 giờ, khi chủ trọ nhập sai, hệ thống sẽ thông báo yêu cầu nhập lại.

Thông số “Notification to email”: đây là thông số lưu trữ địa chỉ email của chủ trọ, hệ thống sẽ lưu trữ tối đa 2 địa chỉ email để phát email thông báo mỗi khi quá trình điều khiển cửa vượt quá thời gian an toàn. Các thông số này cũng sẽ kiểm tra định dạng email, nếu chủ trọ nhập không đúng định dạng email, hệ thống sẽ yêu cầu nhập lại email theo đúng định dạng.

Nút nhấn “Save”: khi đã chỉnh sửa các thông số hoàn tất, nút nhấn này sẽ thực hiện quá trình lưu lại các thông số vào hệ thống. Ngay khi các thông số được lưu, hệ thống sẽ hoạt động theo các thông số này ngay lập tức.

Nút nhấn “Reload”: đây là nút nhấn có chức năng tải lại các thông số đã được lưu trước đó trong trường hợp chủ trọ nhập sai hoặc muốn khôi phục lại các thông số đã được lưu.

3.10.4. Mô tả tính năng xem lịch sử hoạt động

Session:	All ▾	Search	Clear
id	state	input	datetime
1	instant open	unknow	23:42:48, 7/11/2019
2	instant close	unknow	23:42:49, 7/11/2019
3	instant stop	unknow	23:42:50, 7/11/2019
4	out password denied	112233	23:44:32, 7/11/2019
5	out password granted	123456	23:45:37, 7/11/2019
6	out rfid denied	aa2f1122	23:45:42, 7/11/2019
7	out rfid granted	ab2f10c2	11:02:00, 8/11/2019
8	in rfid denied	aa2f1122	11:12:00, 8/11/2019
9	in password denied	112233	11:59:56, 8/11/2019
10	in face recognition denied	unknow	11:59:00, 8/11/2019
11	face not detected	unknow	11:59:16, 8/11/2019
12	interval open	unknow	15:00:00, 8/11/2019
13	interval close	unknow	16:00:00, 8/11/2019
14	stop by obstacle	unknow	10:22:56, 8/11/2019
15	in password + face granted	123456	11:22:56, 8/11/2019

Hình 3.26: Tính năng xem lịch sử hoạt động của sub-system CW

Chức năng xem lịch sử hoạt động sẽ giúp chủ trọ có thể theo dõi và quản lý được các phiên hoạt động của cửa. Mọi lịch sử lưu lại sẽ bao gồm các thông tin đã được mô tả ở mục “3.2.6 Giải pháp lưu lại lịch sử hoạt động của sub-system DC điều khiển cửa”

Khi chọn một bộ lọc bất kỳ, hệ thống sẽ hiển thị tất cả các lịch sử liên quan đến bộ lọc đó và sắp xếp theo thứ tự thời gian tăng dần. Các bộ lọc mà chủ trọ có thể lọc để tìm kiếm các lịch sử hoạt động bao gồm:

- All: Đối với bộ lọc “All”, hệ thống sẽ hiển thị tất cả các lịch sử đã được lưu.
- Open: Đối với bộ lọc “Open”, hệ thống sẽ tìm kiếm tất cả các lịch sử có liên quan đến quá trình mở cửa. Ngoài ra, bên trong bộ lọc “Open” còn có các tùy chọn bộ lọc nhỏ hơn bao gồm:
 - Interval open: Đây là bộ lọc giúp tìm kiếm lịch sử những hoạt động điều khiển mở cửa theo thời gian đã định sẵn.
 - Instant open: Đây là bộ lọc giúp tìm kiếm lịch sử những hoạt động điều khiển mở cửa từ sub-system CW.
 - Authentication granted: Đây là bộ lọc giúp tìm kiếm lịch sử những hoạt động xác thực mở cửa thành công.
 - Authentication denied: Đây là bộ lọc giúp tìm kiếm lịch sử những hoạt động xác thực mở cửa không thành công.

- Close: Đối với bộ lọc “Close”, hệ thống sẽ tìm kiếm tất cả các lịch sử có liên quan đến quá trình đóng cửa. Ngoài ra, bên trong bộ lọc “Close” còn có các tùy chọn bộ lọc nhỏ hơn bao gồm:
 - Interval close: Đây là bộ lọc giúp tìm kiếm lịch sử những hoạt động điều khiển đóng cửa theo thời gian đã định sẵn.
 - Instant close: Đây là bộ lọc giúp tìm kiếm lịch sử những hoạt động điều khiển mở cửa từ sub-system CW.
- Stop: Đối với bộ lọc “Stop”, hệ thống sẽ tìm kiếm tất cả các lịch sử có liên quan đến quá trình cửa bị dừng. Ngoài ra, bên trong bộ lọc “Stop” còn có các tùy chọn bộ lọc nhỏ hơn bao gồm:
 - Instant stop: bộ lọc này sẽ hiển thị các lịch sử liên quan đến quá trình cửa bị dừng do tác nhân điều khiển từ website.
 - Stop by obstacle: bộ lọc này sẽ hiển thị các lịch sử liên quan đến quá trình cửa bị dừng do gặp vật cản trên hành trình đóng cửa
- Door stuck: bộ lọc này sẽ hiển thị các lịch sử liên quan đến quá trình cửa ở trạng thái đang đóng hoặc đang mở vượt quá thời gian an toàn.

3.10.5. Mô tả tính năng xem thông tin người thuê trọ

Tenant name	Tai
Name	Nguyen Ngoc Tan Tai
Room number	1
Username	Tai
Phone	0901234567
RFID	f44c2da9
Password	123456
UPDATE PROFILE	

Hình 3.27: Tính năng xem thông tin người thuê trọ của sub-system CW

Tính năng xem thông tin người thuê trọ sẽ giúp chủ trọ có thể dễ dàng truy xuất và quản lý các thông tin của người thuê trọ. Để tìm thông tin người thuê trọ, chủ trọ cần nhập họ và tên người thuê trọ vào khu vực “Tenant name”. Trong

trường hợp chủ trọ chỉ nhập tên và có nhiều người thuê trọ cùng tên thì hệ thống sẽ ưu tiên hiển thị thông tin người thuê trọ đầu tiên tìm được trong cơ sở dữ liệu.

Các thông tin hiển thị của người thuê trọ sẽ bao gồm họ và tên, số điện thoại, số phòng, mã thẻ RFID của người thuê trọ, tên đăng nhập ứng dụng di động của người thuê trọ và mật khẩu cá nhân.

Tất cả các thông tin trên đều có thể được chủ trọ điều chỉnh ngoại trừ tên của người thuê trọ. Khi hoàn tất quá trình điều chỉnh, nút “Update profile” sẽ giúp chủ trọ cập nhật các thông tin của người thuê trọ vào cơ sở dữ liệu. Đối với trường hợp thay đổi mật khẩu cá nhân, khi cập nhật thông tin ở cơ sở dữ liệu thì mật khẩu cá nhân của người thuê trọ cũng sẽ được cập nhật tại bộ nhớ flash của ESP32 tại sub-system RF.

3.10.6. Mô tả tính năng tính toán chi phí của phòng trọ

Month	Electric	Water	Date modified
October	636	939	11:11:12, 25/9/2019
September	123	321	10:52:55, 17/8/2019

Room charge	Total charge	Date Confirmed
1500	6960	16:10:26, 26/10/2019

Hình 3.28: Tính năng tính toán chi phí phòng trọ của sub-system CW

Tính năng tính toán chi phí của phòng trọ sẽ giúp chủ trọ tính toán được chi phí của phòng trọ theo từng tháng dựa theo số điện và số nước người thuê trọ đã gửi lên hệ thống thông qua phần mềm trên điện thoại. Để hiện thị các thông số điện nước theo tháng của phòng trọ, chủ trọ cần nhập thông tin phòng và tháng vào khu vực “Room number” và “Month”.

Các thông tin về số điện và số nước của tháng hiện tại và tháng trước đó sẽ được hệ thống hiển thị kèm theo thời gian mà người thuê trọ đã gửi các thông số này về hệ thống. Từ thời gian này, chủ trọ có thể kiểm tra độ chính xác của các thông số, bên cạnh đó, hệ thống cũng sẽ tính toán tổng chi phí của phòng trọ theo tháng dựa theo số tiền phòng mà chủ trọ đã quy định. Sau khi kiểm tra các thông số cũng như tổng chi phí tiền phòng hoàn tất, nút “Confirm” sẽ giúp chủ trọ xác nhận và lưu lại những thông tin này vào cơ sở dữ liệu, đồng thời, hệ thống cũng sẽ cung cấp các thông tin về tổng chi phí của phòng trọ về phần mềm trên điện thoại để những người thuê trọ có thể theo dõi.

3.10.7. Mô tả cơ sở dữ liệu



Hình 3.29: Hình ảnh mô tả cơ sở dữ liệu

Bảng 3.7: Mô tả bảng “door_info” trong cơ sở dữ liệu

STT	Tên thuộc tính	Diễn giải
1	open_time	Lưu trữ thời gian tự động mở cửa
2	close_time	Lưu trữ thời gian tự động đóng cửa
3	snapshot_time	Lưu trữ chu kỳ thời gian chụp snapshot từ

		camera
4	validate_mode	Lưu trữ chế độ xác thực hiện tại
5	close_door_delay	Lưu trữ thời gian chờ thực hiện quá trình đóng cửa sau khi cửa đã mở hoàn tất
6	timeout	Lưu trữ thời gian an toàn cho sub-system DC điều khiển cửa
7	state	Lưu trữ trạng thái hiện tại của cửa
8	type	Lưu trữ tác nhân điều khiển cửa
9	notification_email_1	Lưu trữ địa chỉ email thứ nhất để thông báo khi cửa gặp sự cố
10	notification_email_2	Lưu trữ địa chỉ email thứ hai để thông báo khi cửa gặp sự cố

Bảng 3.8: Mô tả bảng “room” trong cơ sở dữ liệu

STT	Tên thuộc tính	Diễn giải
1	room_number	Lưu trữ số phòng
2	month	Lưu trữ tháng của hóa đơn chi phí tiền phòng
3	electric_numeral	Lưu trữ thông số điện của tháng
4	water_numeral	Lưu trữ thông số nước của tháng
5	date_modified	Lưu trữ thời gian thông số điện và nước được cập nhật
6	room_charge	Lưu trữ chi phí thuê của từng phòng
7	total_charge	Lưu trữ tổng chi phí thuê của tháng
8	date_confirmed	Lưu trữ thời gian chủ trọ xác nhận tổng chi phí thuê phòng

Bảng 3.9: Mô tả bảng “room_detail” trong cơ sở dữ liệu

STT	Tên thuộc tính	Diễn giải
1	electric_price	Lưu trữ đơn giá tiền điện
2	water_price	Lưu trữ đơn giá tiền nước
3	garbage_price	Lưu trữ đơn giá tiền rác

Bảng 3.10: Mô tả bảng “login” trong cơ sở dữ liệu

STT	Tên thuộc tính	Diễn giải
1	username	Lưu trữ tên đăng nhập cho sub-system CW
2	password	Lưu trữ mật khẩu đăng nhập cho sub-system CW

Bảng 3.11: Mô tả bảng “door_log” trong cơ sở dữ liệu

STT	Tên thuộc tính	Diễn giải
1	state	Lưu trữ trạng thái hoạt động của cửa
2	input	Lưu trữ thông tin xác thực được dùng để điều khiển mở cửa
3	datetime	Lưu trữ thời gian diễn ra các hoạt động của sub-system DC điều khiển cửa

Bảng 3.12: Mô tả bảng “tenant” trong cơ sở dữ liệu

STT	Tên thuộc tính	Diễn giải
1	fullname	Lưu trữ họ và tên của người thuê trọ
2	username	Lưu trữ tên đăng nhập phần mềm trên điện thoại của người thuê trọ

3	phone	Lưu trữ số điện thoại của người thuê trọ
4	room_number	Lưu trữ số phòng của người thuê trọ

Bảng 3.13: Mô tả bảng “tenant_key” trong cơ sở dữ liệu

STT	Tên thuộc tính	Diễn giải
1	rfid	Lưu trữ mã thẻ rfid
2	password	Lưu trữ mật khẩu cá nhân
3	flash_address	Lưu trữ địa chỉ chứa mật khẩu cá nhân trong bộ nhớ flash của ESP32
4	id_tenant	Lưu trữ id tham chiếu để người thuê trọ sở hữu mã thẻ rfid và mật khẩu

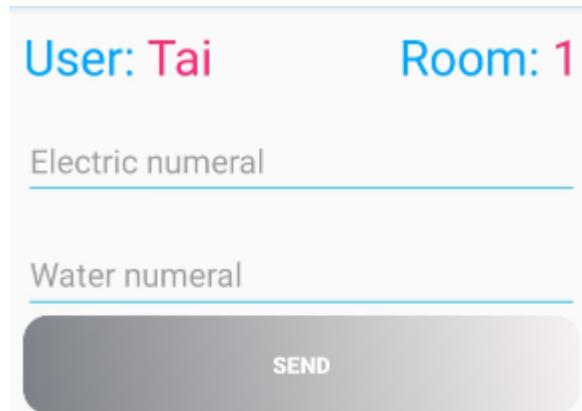
3.11. Xây dựng phần mềm trên điện thoại cho người thuê trọ

3.11.1. Tổng quan về phần mềm

Phần mềm trên điện thoại di động được nhóm xây dựng với đối tượng sử dụng là các người thuê trọ, phần mềm trên điện thoại sẽ giúp người thuê trọ gửi số điện nước hàng tháng về hệ thống đồng thời phần mềm cũng là phương pháp theo dõi chi phí tiền thuê phòng hàng tháng.

3.11.2. Mô tả tính năng nhập số điện nước theo tháng

Khi đăng nhập bằng tên và mật khẩu của mình, người thuê trọ sẽ có thể nhập được số điện vào số nước của tháng hiện tại. Người dùng có thể nhập các dữ liệu này nhiều lần, hệ thống sẽ lấy dữ liệu được nhập lần cuối cùng để tính toán chi phí thuê phòng đồng thời hệ thống sẽ lưu lại thời gian dữ liệu được nhập để đối chiếu.



Hình 3.30: Tính năng nhập số điện nước của phần mềm trên điện thoại

3.11.3. Mô tả tính năng xem chi phí của phòng trọ

Người thuê trọ chỉ có thể theo dõi chi phí tiền phòng của những tháng đã được chủ trọ duyệt, đối với những tháng đang được chủ trọ kiểm tra, người thuê trọ sẽ nhận được thông báo không có dữ liệu.

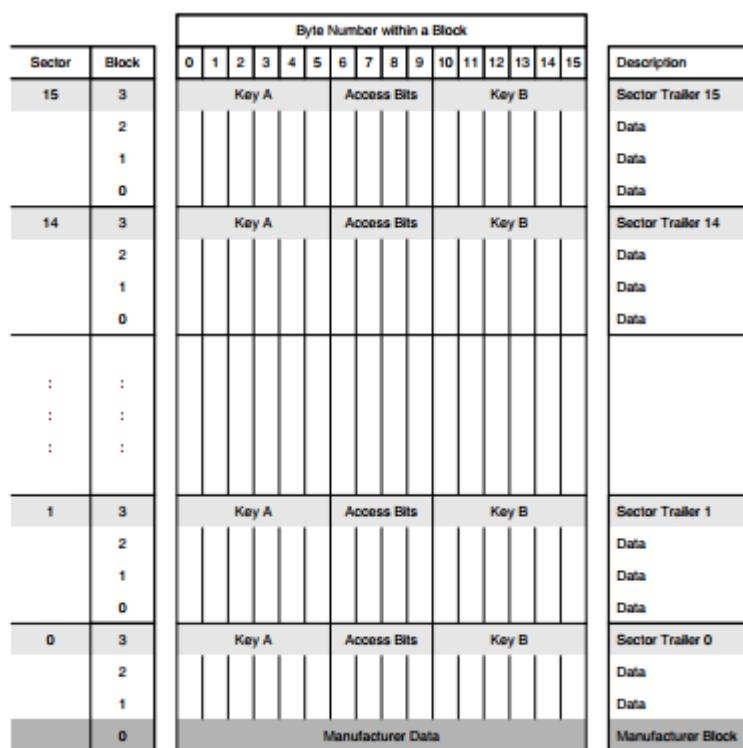
November			
E.new	700	E.old	636
W.new	999	W.old	939
Electric charge		448	
Water charge		180	
Garbage charge		15	
Room charge		1500	
Total		2143	

Hình 3.31: Tính năng xem chi phí phòng trọ của phần mềm trên điện thoại

3.12. Mô tả các phương pháp hoạt động

3.12.1. Phương pháp đọc mã thẻ RFID

Loại thẻ RFID được sử dụng trong hệ thống là thẻ MIFARE 1KB hoạt động ở tần số 13.56Mhz, mỗi thẻ sẽ có 1 UID (Unique Identification) riêng biệt có độ dài là 4 byte để nhận dạng. Đôi với loại thẻ MIFARE 1KB, mã UID là cố định, chỉ có thể đọc không thể thay đổi giá trị. Ngoài ra, thẻ MIFARE sở hữu bộ nhớ 1KB được tổ chức thành 4 phân vùng, mỗi phân vùng sẽ có 4 khối và mỗi khối sẽ lưu trữ 16 byte dữ liệu. Các khối này có thể dùng để đọc và ghi dữ liệu phục vụ cho các nhu cầu lưu trữ thông tin.



Hình 3.32: Cấu trúc các phân vùng lưu trữ thông tin trên thẻ RFID

Nguồn: Tài liệu MF1S503x Rev 3.1

Tại phân vùng 0 khối 0 sẽ là nơi chứa các thông tin của nhà sản xuất. Phân vùng đặc biệt này chỉ cho phép đọc và không cho phép ghi đè, thông tin về mã thẻ sẽ được lưu tại 4 byte đầu tiên của khối 0, các byte còn lại trong khối sẽ được sử dụng để lưu trữ các thông tin mặc định về nhà sản xuất.

Để có thể đọc được dữ liệu từ các phân vùng này, nhà sản xuất đã định nghĩa các tập lệnh để truy xuất dữ liệu trên thẻ bằng cấu trúc như sau:



Hình 3.33: Cấu trúc lệnh truy xuất dữ liệu trên thẻ RFID

Trong đó, “Cmd” có giá trị là 03h sẽ là mã lệnh để đọc giá trị từ thẻ. “Addr” sẽ là địa chỉ của khối lưu trữ giá trị cần đọc. Và cuối cùng “CRC” (Cyclic Redundancy Check) sẽ là giá trị kiểm tra lỗi.

Khi nhận được đúng cấu trúc câu lệnh đọc giá trị, thẻ sẽ trả về các giá trị được lưu trong khối dưới định dạng cấu trúc như sau:



Hình 3.34: Cấu trúc kết quả trả về khi đọc dữ liệu trên thẻ RFID

Trong đó, “Data” chính là giá trị cần đọc và “CRC” là giá trị kiểm tra lỗi. Như vậy, để có thể đọc được mã thẻ RFID, nhóm sẽ giao tiếp SPI với module đọc thẻ RC522 với cấu trúc câu lệnh như trên, các giá trị mã thẻ thu được sẽ có kích thước 4 byte được lưu dưới dạng số HEX, từ các giá trị này nhóm sẽ đổi sang kiểu chuỗi và gửi lên server để kiểm tra mã thẻ có hợp lệ hay không.

3.12.2. Phương pháp điều khiển màu sắc của đèn LED RGB

Đèn LED RGB (Red Green Blue) được sử dụng trong hệ thống là loại đèn có 3 chân điều khiển R-G-B và 1 chân âm được nối chung với nhau. Để điều khiển màu sắc của đèn, nhóm sẽ xuất tín hiệu mức cao ra các chân điều khiển, để tạo ra nhiều màu khác nhau trên nhóm sẽ kết hợp xuất đồng thời tín hiệu ở mức cao trên các chân điều khiển đèn LED. Bảng dưới đây mô tả các màu được tạo ra khi xuất tín hiệu mức cao trên các chân điều khiển:

Bảng 3.14: Bảng mô tả phương pháp điều khiển màu sắc của đèn LED RGB

STT	Màu sắc	Trạng thái các chân điều khiển
1	Không hiển thị màu	- Chân R: trạng thái ở mức thấp

		<ul style="list-style-type: none"> - Chân G: trạng thái ở mức thấp - Chân B: trạng thái ở mức thấp
2	Màu đỏ	<ul style="list-style-type: none"> - Chân R: trạng thái ở mức cao - Chân G: trạng thái ở mức thấp - Chân B: trạng thái ở mức thấp
3	Màu xanh lá	<ul style="list-style-type: none"> - Chân R: trạng thái ở mức thấp - Chân G: trạng thái ở mức cao - Chân B: trạng thái ở mức thấp
4	Màu xanh dương	<ul style="list-style-type: none"> - Chân R: trạng thái ở mức thấp - Chân G: trạng thái ở mức thấp - Chân B: trạng thái ở mức cao
5	Màu vàng	<ul style="list-style-type: none"> - Chân R: trạng thái ở mức cao - Chân G: trạng thái ở mức cao - Chân B: trạng thái ở mức thấp
6	Màu tím	<ul style="list-style-type: none"> - Chân R: trạng thái ở mức cao - Chân G: trạng thái ở mức thấp - Chân B: trạng thái ở mức cao

3.12.3. Phương pháp phát âm thanh bằng module DFPlayer

Để có thể giao tiếp và điều khiển module DFPlayer, nhóm đã sử dụng thư viện “DFPlayerMini_Fast” được viết trên nền tảng arduino để có thể triển khai tính năng phát âm thanh. Các tập tin âm thanh sẽ được lưu tại thẻ nhớ, ESP32 sẽ giao tiếp với DFPlayer thông qua giao thức UART để lựa chọn tập tin âm thanh cần phát.

3.12.4. Phương pháp gửi mã thẻ giữa MSP430 và ESP32

Mã thẻ RFID bao gồm 4 phần tử được lưu ở kiểu byte, nếu gửi kiểu byte sang UART sẽ khó khăn cho việc giám sát lỗi. Vì vậy nhóm đã chuyển từng byte của mã thẻ RFID thành kiểu char sau đó gửi qua UART.

Ngoài ra, nếu chỉ gửi mã thẻ RFID trên UART sẽ khó xử lý để nhận được đúng chuỗi RFID, vì vậy nhóm đã xây dựng một định dạng để gửi kèm mã thẻ RFID như sau: REA!<Mã thẻ>!

Trong đó <Mã thẻ> chính là mã thẻ RFID vừa được quét, mã thẻ có độ dài là 8 kí tự. Việc định dạng này sẽ tạo thành 1 gói luôn luôn có chiều dài là 13 kí tự bao gồm 3 kí tự “REA”, 8 kí tự “Mã thẻ” và 2 kí tự dấu “!”. Khi dữ liệu được định dạng thành gói này sẽ dễ dàng cho thao tác xử lý dữ liệu ở UART.

3.12.5. Phương pháp gửi lệnh điều khiển động cơ giữa MSP430 và ESP32

Tương tự với công việc gửi mã thẻ giữa MSP430 và ESP32, nhóm thực hiện cũng đã định dạng các câu lệnh điều khiển động cơ để có thể dễ dàng xử lý khi gửi qua UART. Ở cuối mỗi câu lệnh sẽ xuất hiện dấu “!” để báo hiệu câu lệnh đã kết thúc. Các câu lệnh điều khiển cơ như sau:

- “OPE!”: câu lệnh này dùng để thông báo cho MSP430 thực hiện điều khiển động cơ để mở cửa.
- “CLS!”: câu lệnh này dùng để thông báo cho MSP430 thực hiện điều khiển động cơ để đóng cửa.
- “STP!”: câu lệnh này dùng để thông báo cho MSP430 thực hiện dừng điều khiển động cơ.

3.12.6. Phương pháp giao tiếp giữa ESP32 và server

Để có thể trao đổi dữ liệu giữa server và ESP32 trên nền tảng socketIO, nhóm thực hiện đã định nghĩa các sự kiện để ESP32 nhận và gửi dữ liệu điều khiển với server. Các sự kiện giao tiếp giữa ESP32 và server được mô tả trong bảng dưới đây:

Bảng 3.15: Bảng mô tả phương pháp giao tiếp giữa ESP32 và server

STT	Tên sự kiện	Dữ liệu đính kèm
1	adoToEsp	- command: lưu trữ thông tin lệnh điều khiển cửa.

		<ul style="list-style-type: none"> - result: lưu trữ thông tin kết quả xác thực. - type: lưu trữ thông tin phương pháp xác thực. - direction: lưu trữ thông tin hướng di chuyển của người dùng.
2	comp	Không chứa dữ liệu đính kèm.
3	obstacle	Không chứa dữ liệu đính kèm.
4	obsChecking	Không chứa dữ liệu đính kèm.
5	obsEliminated	Không chứa dữ liệu đính kèm.
6	ledTimer	Không chứa dữ liệu đính kèm.
7	controlLed	Không chứa dữ liệu đính kèm.
8	updatePasswordEsp	<ul style="list-style-type: none"> - password: lưu trữ thông tin mật khẩu của người dùng. - address: lưu trữ thông tin địa chỉ chứa mật khẩu của người dùng trong bộ nhớ flash.
9	readTag	<ul style="list-style-type: none"> - uid: lưu trữ thông tin mã thẻ RFID vừa đọc được. - direction: lưu trữ thông tin hướng di chuyển của người dùng.
10	vp	<ul style="list-style-type: none"> - pwd: lưu trữ thông tin mật khẩu vừa đọc được. - direction: lưu trữ thông tin hướng di chuyển của người dùng.

Sự kiện “adoToEsp” được dùng để nhận lệnh điều khiển từ server, các lệnh điều khiển như “open”, “close” và “stop” sẽ được lưu trữ trong thông tin “command”. Các kết quả xác thực như “granted” hoặc “denied” sẽ được lưu trữ trong thông tin “result”. Bên cạnh đó, các thông tin như phương pháp xác thực bằng RFID hoặc mật khẩu cá nhân sẽ được lưu trữ trong thông tin “type”. Ngoài ra, hướng di chuyển của người dùng như “in” hoặc “out” sẽ được lưu trữ trong thông tin “direction”. Từ các thông tin này, ESP32 sẽ xử lý và gửi lệnh điều khiển cửa cho

MSP430 cũng như phát các câu lệnh thông báo bằng âm thanh phù hợp với từng trạng thái điều khiển.

Sự kiện “comp” được dùng để thông báo cho server mỗi khi cửa đã hoàn tất quá trình đóng hoặc mở cửa. Dựa vào sự kiện này, server có thể xử lý để cập nhật các trạng thái cửa đã đóng hoàn tất hoặc cửa đã mở hoàn tất lên giao diện của subsystem CW.

Sự kiện “obstacle” được dùng để ESP32 thông báo với server mỗi khi cửa gặp vật cản, sự kiện này chỉ xảy ra khi cửa ở trạng thái đang đóng. Ở các trạng thái khác, ESP32 sẽ xử lý để không gửi ra sự kiện này làm sai lệch hoạt động điều khiển cửa. Khi sự kiện “obstacle” xảy ra, hệ thống sẽ xây dựng một chu kỳ gửi sự kiện “obsChecking” đến ESP32, sự kiện này nhằm mục đích kiểm tra vật cản đã được di dời khỏi hành trình di chuyển của cửa chưa. Sự kiện này sẽ được hệ thống gửi ra liên tục theo một chu kỳ đã được cài đặt sẵn. Khi vật cản đã được di dời khỏi hành trình đóng cửa, ESP32 sẽ gửi ra sự kiện “obsEliminated” để thông báo cho server vật cản đã được di dời, đồng thời chu kỳ gửi sự kiện “obsChecking” cũng sẽ được dừng lại.

Sự kiện “ledTimer” sẽ được ESP32 gửi đến server mỗi khi thông báo một trạng thái hoạt động của cửa cho người sử dụng. Sự kiện này được gửi đến server nhằm mục đích thực hiện quá trình đếm ngược thời gian để điều khiển LED thông báo. Khi hết thời gian thông báo LED, server sẽ gửi lại ESP32 sự kiện “controlLed” để ESP32 có thể xử lý tắt LED thông báo trạng thái để tránh gây ra nhầm lẫn màu sắc LED thông báo với các trạng thái tiếp theo. Nhóm thực hiện sử dụng biện pháp định thời bật tắt LED thông báo bằng xử lý trên server nhằm mục đích giảm thiểu công việc xử lý ở ESP32 cũng như có thể quản lý được việc thông báo trạng thái LED từ hệ thống điều khiển.

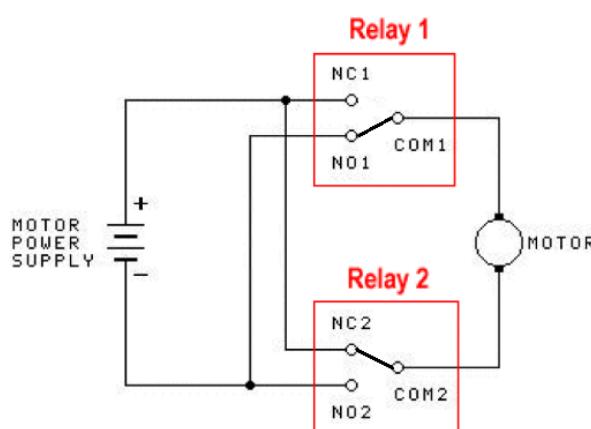
Sự kiện “updatePasswordEsp” sẽ được server gửi ra khi có một thay đổi thông tin mật khẩu của người thuê trọ ở cơ sở dữ liệu. Sự kiện này nhằm mục đích thông

báo cho ESP32 cập nhật mật khẩu trong bộ nhớ flash để đồng bộ với mật khẩu của người sử dụng trong cơ sở dữ liệu.

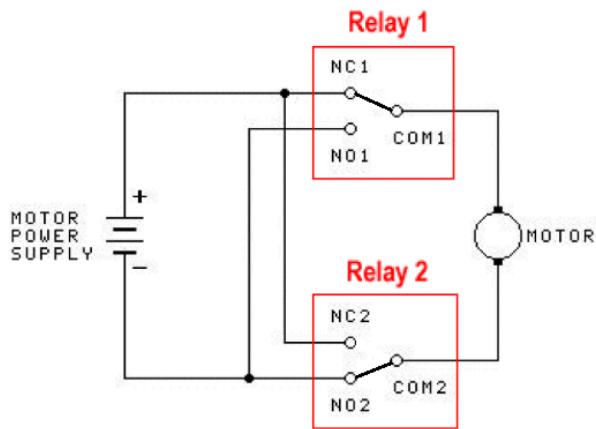
Sự kiện “readTag” và “vp” là 2 sự kiện để gửi mã thẻ RFID hoặc mật khẩu về server, từ các sự kiện này server sẽ kiểm tra các thông tin đã nhận được với thông tin trong cơ sở dữ liệu nhằm xác định việc xác thực của người dùng có diễn ra thành công hay không. Cả 2 sự kiện này đều được gửi kèm dữ liệu “direction” giúp server có thể phân biệt được khi người sử dụng xác thực ở sub-system RF bên trong và bên ngoài, từ đó server sẽ quyết định có tiến hành bước xác thực thứ 2 hay không.

3.12.7. Phương pháp điều khiển động cơ và điều khiển chốt khóa cửa

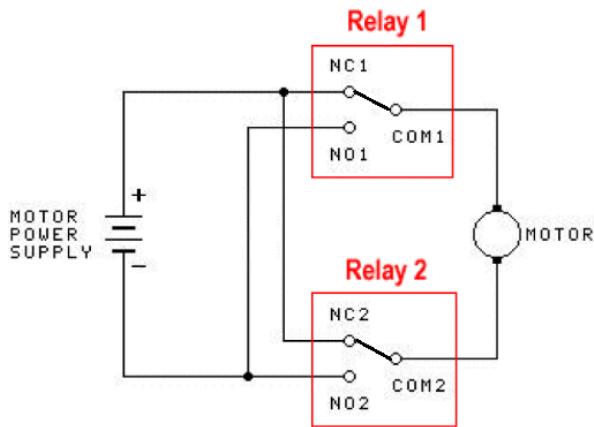
Để có thể thực hiện công việc đóng và mở cửa, nhóm đã sử dụng hai relay để điều khiển đảo chiều động cơ. Hai cực của động cơ sẽ được nối vào trực tiếp 2 tiếp điểm chung của 2 relay, khi cấp nguồn thuận chiều với 2 cực của động cơ nhóm sẽ kích relay 1 để nối với nguồn dương và relay 2 sẽ ở trạng thái không kích và nối với nguồn âm. Tương tự, khi muốn cấp nguồn ngược chiều với 2 cực của động cơ nhóm sẽ kích relay 2 để nối với nguồn dương và relay 1 sẽ ở trạng thái không kích nối với nguồn âm. Khi cả 2 relay ở trạng thái không kích thì cả 2 cực của động cơ sẽ được nối với nguồn âm tương ứng với động cơ ở trạng thái ngừng hoạt động.



Hình 3.35: Sơ đồ điều khiển relay thực hiện mở cửa



Hình 3.36: Sơ đồ điều khiển relay thực hiện đóng cửa



Hình 3.37: Sơ đồ điều khiển relay thực hiện dừng cửa

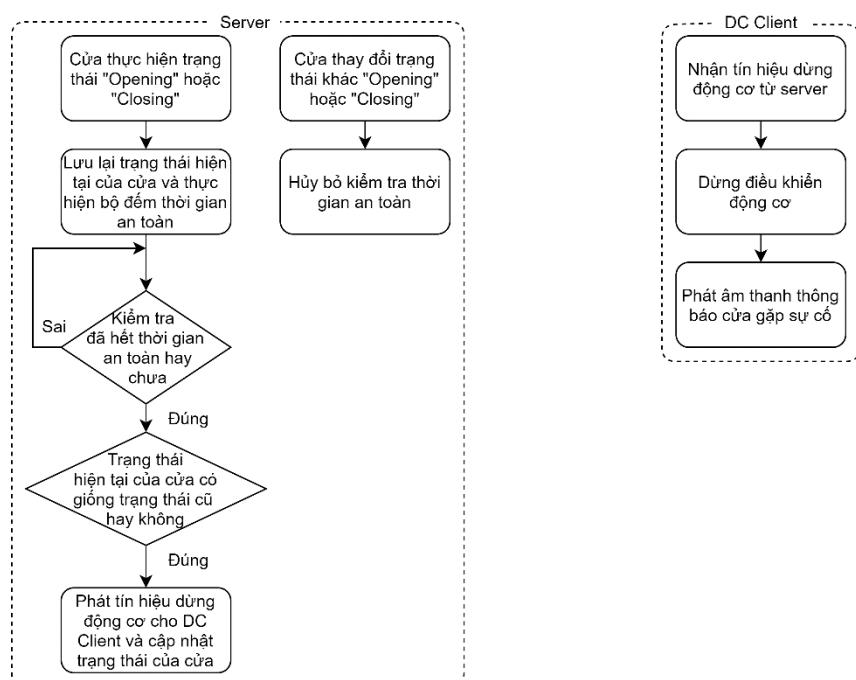
Bên cạnh đó, nhóm thực hiện cũng sử dụng relay để điều khiển các khóa điện trên cửa. Khi cửa di chuyển tới giới hạn đóng cửa, sub-system sẽ điều khiển dừng các động cơ và kích hoạt mở chốt khóa điện. Các trường hợp còn lại không phải là trường hợp đóng cửa, sub-system sẽ không thực hiện kích hoạt mở chốt khóa điện.

3.12.8. Phương pháp thiết lập thời gian an toàn cho cửa

Trong quá trình chạy thực tế, sub-system có thể sẽ không tránh khỏi những sự cố không thể phát hiện được, vì vậy sub-system điều khiển cửa sẽ có một khoảng thời gian để đảm bảo an toàn cho cửa. Khoảng thời gian này được dùng để đảm bảo sub-system có thể tránh được các sự cố xảy ra khi cửa bị kẹt bởi các vật cản không thể phát hiện trong quá trình đóng hoặc mở cửa. Cụ thể, khi cửa đang ở trạng thái “Opening” hoặc “Closing” với thời gian vượt quá khoảng thời gian an toàn, sub-

system sẽ ngay lập tức phát lệnh dừng động cơ điều khiển cửa để tránh các sự cố khi quá trình đóng hoặc mở cửa quá lâu. Khi trường hợp này xảy ra sub-system sẽ lưu lại lịch sử với trạng thái là “Door stuck” và phát âm thanh cảnh báo, đồng thời sub-system cũng sẽ gửi mail thông báo cho chủ trọ.

Khoảng thời gian này có thể được tùy chỉnh thông qua sub-system CW, mặc định thời gian an toàn sẽ là 60 giây và chỉ hoạt động khi cửa đang trong trạng thái “Opening” hoặc “Closing”. Nếu có tác động từ các biện pháp điều khiển khác làm cửa chuyển từ trạng thái “Opening” sang “Closing” hoặc ngược lại, thì khoảng thời gian an toàn sẽ được đếm lại từ đầu.



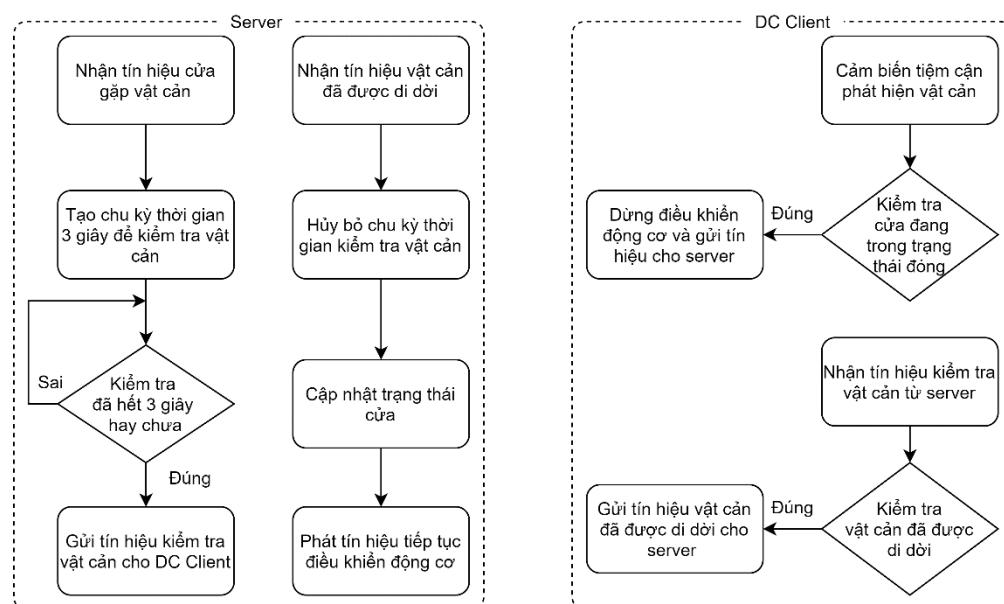
Hình 3.38: Phương pháp xử lý giữa server và client để thực hiện thời gian an toàn cho cửa

3.12.9. Phương pháp xử lý khi gặp vật cản

Khi vật cản được phát hiện bởi cảm biến E18-D50NK, ngay lập tức ESP32 sẽ gửi tín hiệu gặp vật cản tới server, lúc này, server sẽ phát lệnh dừng cửa đồng thời lưu lại lịch sử trạng thái của cửa cũng như gửi thông báo ngược lại ESP32 để thông báo bằng âm thanh và màu sắc của đèn LED. Đồng thời, server cũng sẽ lên một lịch trình mỗi 3 giây sẽ gửi tín hiệu về ESP32 để kiểm tra vật cản đã được di dời hay

chưa. Lúc này, vì tính năng phát hiện vật cản chỉ hoạt động ở trạng thái “Closing”, nên sub-system CW sẽ chỉ cho người chủ trọ lựa chọn điều khiển mở cửa khi cửa đang gặp vật cản, lựa chọn đóng cửa sẽ không được cho phép khi cửa đang gặp vật cản.

Trong trường hợp vật cản đã được di dời khỏi cửa, server sẽ ngưng lịch trình thực hiện kiểm tra cảm biến vật cản, bên cạnh đó, sub-system sẽ điều khiển của tiếp tục đóng như trạng thái trước đó. Ngoài ra, để hạn chế việc lặp lại công việc lưu lại lịch sử vật cản nhiều lần liên tiếp, server sẽ chỉ lưu lịch sử nếu trường hợp vật cản xảy ra cách nhau với khoảng thời gian là 1 phút.



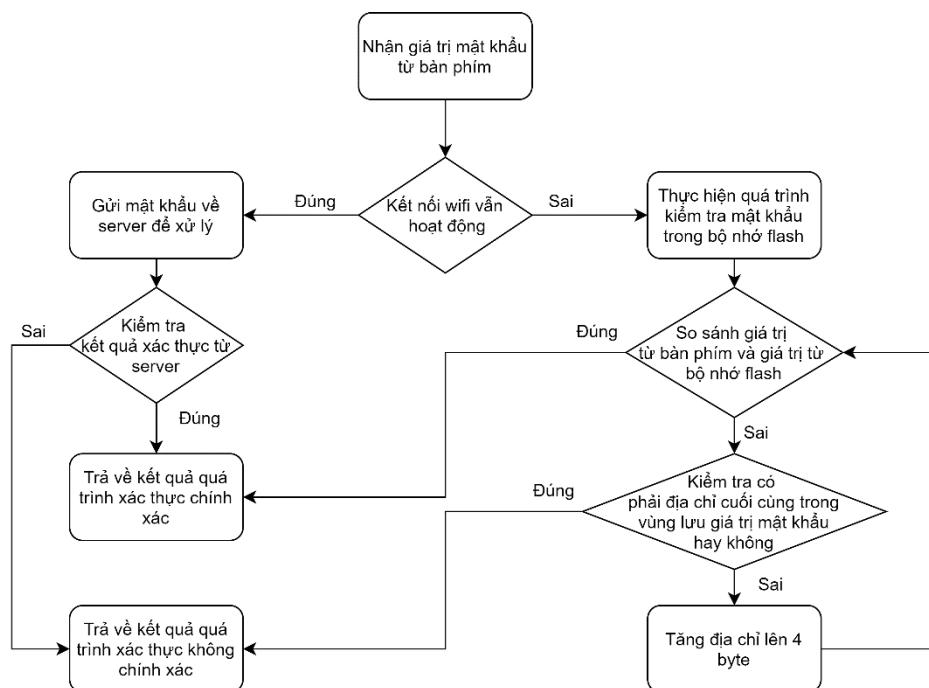
Hình 3.39: Phương pháp xử lý giữa server và client khi gặp vật cản

3.12.10. Phương pháp xử lý xác thực khi mất kết nối WiFi

Khi mất kết nối WiFi một sự kiện tại ESP32 sẽ được tạo ra, sự kiện này sẽ thay đổi biến trạng thái từ đã kết nối thành chưa kết nối. Từ đó, các quá trình đọc thẻ RFID hoặc đọc giá trị từ bàn phím sẽ dựa vào biến trạng thái này để có thể quyết định gửi dữ liệu về server hoặc kiểm tra dữ liệu trên bộ nhớ flash của ESP32.

Do mật khẩu của người thuê trọ bao gồm 6 chữ số và không có các ký tự cũng như không bắt đầu bằng số “0”. Vì vậy mật khẩu của người thuê trọ được lưu trong bộ nhớ flash của ESP32 dưới dạng số nguyên không dấu. Ước tính hệ thống sẽ lưu

tối đa 100 mật khẩu cho 100 người thuê trọ, vì vậy nhóm đã sử dụng 100 địa chỉ, mỗi địa chỉ cách nhau 4 byte để có thể lưu mật khẩu người thuê trọ trong bộ nhớ flash của ESP32. Ngoài ra, địa chỉ và mật khẩu của người thuê trọ sẽ được lưu trên cơ sở dữ liệu ở server, khi người thuê trọ có nhu cầu thay đổi mật khẩu, hệ thống sẽ dựa vào địa chỉ được lưu trong cơ sở dữ liệu để cập nhật lại mật khẩu trên bộ nhớ flash của ESP32.



Hình 3.40: Phương pháp xử lý xác thực khi mất kết nối WiFi

3.12.11. Khi hệ thống gặp sự cố điện

Trong trường hợp gặp sự cố điện, bộ lưu điện của hệ thống sẽ được sử dụng. Hệ thống sẽ tự động sử dụng bộ lưu điện ngay lúc sự cố điện xảy ra mà không bị gián đoạn. Trong phạm vi của đề tài, nhóm chưa đi sâu vào lựa chọn bộ lưu điện cụ thể nào.

3.12.12. Quá trình đăng ký thẻ cho người thuê trọ

Trong trường hợp xuất hiện một người thuê trọ mới, chủ trọ sẽ thêm các thông tin cần thiết của người thuê trọ cũng như tạo mật khẩu mới cho người thuê trọ. Lúc này, chủ trọ sẽ thêm một thẻ RFID mới cho người thuê trọ bằng cách quét thẻ vào

sub-system RF, sub-system sẽ hiển thị mã thẻ vừa quét và chủ trọ sẽ dùng mã thẻ đó để thêm vào thông tin người thuê trọ mới trên cơ sở dữ liệu.

Ngoài ra, đối với trường hợp người thuê trọ cũ bị mất thẻ cần cập nhật thẻ mới thì chủ trọ sẽ thực hiện tương tự bước trên và cập nhật lại mã thẻ cho người thuê trọ. Lúc này mã thẻ cũ sẽ không còn hiệu lực, khi thẻ cũ được quét lại, sub-system sẽ thông báo mã thẻ này không tồn tại trong cơ sở dữ liệu.

3.12.13. Quá trình xác thực khi ra hoặc vào khu vực nhà trọ

Khi người thuê trọ từ bên ngoài và muốn di chuyển vào khu vực phòng trọ, người dùng sẽ xác thực bước xác thực đầu tiên ở sub-system RF nằm ở bên ngoài. Người dùng có thể tùy ý lựa chọn sử dụng xác thực bằng mật khẩu hoặc xác thực bằng thẻ RFID, kết quả ở bước xác thực này sẽ được thông báo bằng âm thanh và màu sắc của đèn LED. Nếu bước xác thực thứ nhất thành công người dùng sẽ tiến tới bước xác thực thứ hai. Ở bước xác thực này, nếu thành công, sub-system sẽ bắt đầu thực hiện quá trình điều khiển mở cửa để người dùng có thể di chuyển vào trong. Nếu bước xác thực thứ hai không thành công, sub-system sẽ yêu cầu người dùng thực hiện lại quá trình xác thực từ bước xác thực thứ nhất. Trong trường hợp mất kết nối WiFi, người dùng chỉ cần thực hiện bước xác thực bằng mật khẩu là có thể di chuyển vào bên trong.

Đối với người thuê trọ từ bên trong và muốn di chuyển khỏi khu vực phòng trọ, người dùng sẽ xác thực bước xác thực đầu tiên ở sub-system RF nằm ở bên trong. Trong trường hợp này, người dùng chỉ cần thực hiện bước xác thực thứ nhất bằng thẻ RFID hoặc mật khẩu. Nếu bước xác thực thành công, sub-system sẽ bắt đầu quá trình điều khiển mở cửa. Ngược lại nếu bước xác thực không thành công, người dùng phải thực hiện lại quá trình xác thực.

Trong trường hợp xác thực bằng thẻ RFID, mỗi lần quét thẻ, sub-system sẽ thông báo một âm thanh “beep” để báo hiệu đã nhận được mã thẻ. Nếu trường hợp sub-system không phát ra âm thanh thông báo, cần báo với chủ trọ để kiểm tra tình trạng hoạt động của hệ thống. Tương tự với trường hợp xác thực bằng mật khẩu,

mỗi phím được bấm sẽ phát ra một âm thanh “beep”. Người dùng kết thúc quá trình nhập mật khẩu bằng cách nhấn phím “A” trên bàn phím, nếu độ dài của mật khẩu chưa đủ 6 chữ số người dùng sẽ được sub-system thông báo.

Trong trường hợp khi mở cửa, cửa sẽ được tự động đóng sau khoảng thời gian đã được cài đặt sẵn bên trong hệ thống. Khi quá trình tự động đóng diễn ra, ở website điều khiển sẽ chỉ thay đổi trạng thái của cửa, phần tác nhân điều khiển vẫn sẽ hiển thị tác nhân điều khiển trước đó để chủ trọ có thể quản lý được trước đó cửa đã được mở do tác nhân nào. Trong quá trình tự động đóng cửa, các tính năng như phát hiện vật cản và thời gian an toàn vẫn sẽ hoạt động bình thường như quá trình đóng cửa thông thường.

Chương 4. KẾT QUẢ THỰC HIỆN

4.1. Kết quả thực hiện phần cứng

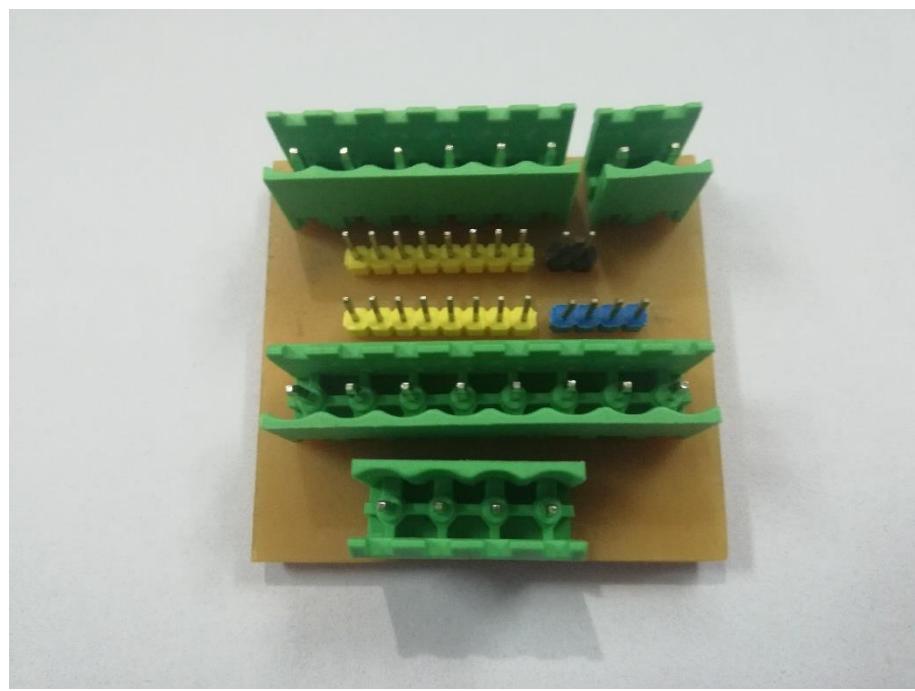
Các hình 4.1, 4.2 và 4.3 là hình ảnh các mạch sub-system sau khi đã hoàn tất quá trình thực hiện mạch và hàn linh kiện.



Hình 4.1: Mạch sub-system DC



Hình 4.2: Mạch sub-system RF ở vị trí bên trong cửa



Hình 4.3: Mạch sub-system RF ở vị trí bên ngoài cửa

Các hình 4.4 và 4.5 là hình ảnh các mạch sub-system sau khi đã hoàn tất quá trình đóng gói.



Hình 4.4: Mạch sub-system DC sau khi hoàn tất đóng gói



Hình 4.5: Mạch sub-system RF sau khi hoàn tất đóng gói

4.2. Kết quả chạy thực nghiệm

Về cơ bản, hệ thống các phần cứng đã được kết nối và chạy hoàn thiện, nhóm đã xây dựng các kịch bản kiểm tra cho hệ thống các phần cứng như sau:

Bảng 4.1: Kết quả chạy thực nghiệm

STT	Tên phần cứng/chức năng kiểm tra	Mô tả kịch bản kiểm tra	Kết quả
1	Công tắc hành trình tại các điểm giới hạn	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Chạm vào công tắc hành trình tại giới hạn đóng khi động cơ đang đóng cửa. - TH2: Chạm vào công tắc hành trình tại giới hạn đóng khi động cơ đang mở cửa. - TH3: Chạm vào công tắc 	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Động cơ sẽ dừng. - TH2: Động cơ sẽ không dừng và tiếp tục di chuyển. - TH3: Động cơ vẫn đứng yên không di chuyển

		hành trình tại giới hạn đóng khi động cơ đã dừng.	
2	Điều khiển 2 động cơ riêng biệt	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: tác động công tắc hành trình để 1 động cơ dừng trước và động cơ còn lại vẫn hoạt động. - TH2: Điều khiển từ hệ thống CW để 2 động cơ dừng đồng thời. 	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Động cơ còn lại vẫn sẽ hoạt động đến khi có tín hiệu từ công tắc hành trình. - TH2: Khi nhận được lệnh từ hệ thống CW, cả 2 động cơ sẽ thực hiện cùng lúc.
3	Cảm biến vật cản	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Mô phỏng có vật cản trên hành trình hoạt động của cửa, sau đó di dời vật cản. - TH2: Tạo vật cản ra vào liên tục trên hành trình hoạt động của cửa. - TH3: kiểm tra cảm biến vật cản khi ở trạng thái đang mở cửa. 	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Khi gặp vật cản cửa sẽ được dừng, khi vật cản được di dời cửa sẽ tiếp tục đóng. - TH2: Khi vật cản xuất hiện ra vào liên tục trên cửa với thời gian nhỏ hơn 60 giây, hệ thống sẽ chỉ lưu 1 lịch sử duy nhất. - TH3: tính năng phát hiện vật cản chỉ hoạt động khi cửa ở trạng thái đang đóng.
4	Tự động đóng cửa sau mỗi lần mở cửa do các phương	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Mở cửa bằng phương pháp xác thực. - TH2: Mở cửa bằng cách điều khiển từ hệ thống CW. 	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Cửa sẽ được tự động đóng sau khoảng thời gian đã được cài đặt. - TH2: Cửa sẽ không

	pháp xác thực		được tự động đóng.
5	Thời gian an toàn cho cửa	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Không gắn các công tắc hành trình để cửa không phát hiện được điểm dừng - TH2: Thực hiện đóng cửa sau đó thay đổi trạng thái thành mở cửa để kiểm tra thời gian an toàn được bắt đầu vào trạng thái nào. 	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Khi vượt quá thời gian an toàn cửa sẽ được dùng và chủ trọ sẽ nhận được thông báo mail. - TH2: Thời gian an toàn sẽ tính từ lúc thay đổi trạng thái.
6	Tự động đóng hoặc mở cửa theo khoảng thời gian đã cài đặt	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Mở/đóng cửa trước khi đến khoảng thời gian mở/đóng cửa tự động. 	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Khi đến thời gian được cài đặt sẵn hệ thống sẽ tự động đóng/mở cửa nếu trạng thái hiện tại của cửa khác với lệnh tự động đóng/mở.
7	Điều khiển cửa từ hệ thống CW	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Hệ thống CW điều khiển mở cửa khi cửa đang thực hiện quá trình tự động đóng theo thời gian đã cài đặt. - TH2: Hệ thống CW điều khiển mở cửa khi cửa đang thực hiện quá trình tự động đóng sau khi mở bằng phương pháp xác thực. 	<ul style="list-style-type: none"> - TH1 và TH2: Hệ thống sẽ dùng thực hiện lệnh điều khiển hiện tại và thực hiện lệnh điều khiển tới sau.

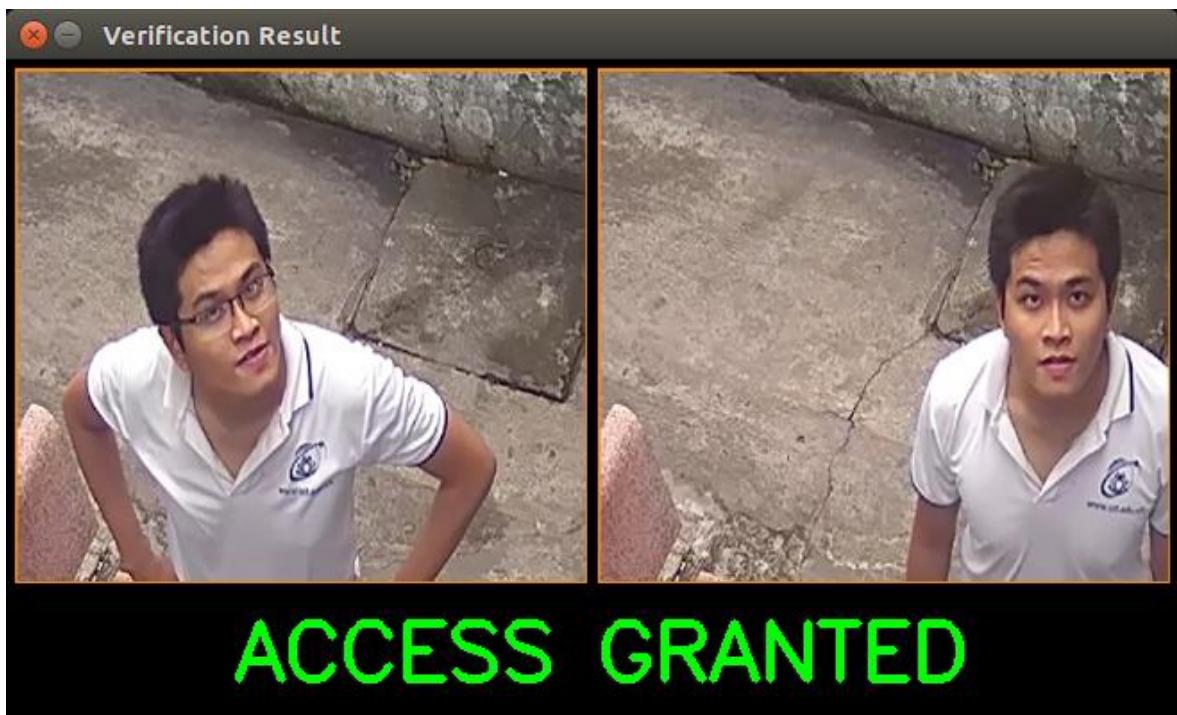
8	Việc xử lý xác thực khi mất kết nối WiFi	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: ngắt kết nối WiFi và thực hiện xác thực bằng thẻ RFID. - TH2: ngắt kết nối WiFi và thực hiện xác thực bằng mật khẩu. - TH3: thay đổi mật khẩu ở server sau đó thực hiện như TH2. 	<ul style="list-style-type: none"> - TH1: Hệ thống sẽ thông báo chuyển sang phương thức xác thực bằng mật khẩu. - TH2: Hệ thống sẽ kiểm tra mật khẩu và thông báo kết quả xác thực. - TH3: nếu việc thay đổi mật khẩu diễn ra trước khi mất kết nối WiFi, mật khẩu mới sẽ được dùng để thực hiện xác thực khi mất kết nối.
---	--	---	---

Ngoài ra, chương trình xác thực khuôn mặt cũng đã được thử nghiệm tại thực địa, camera được sử dụng là HIKVISION DS-2CE16H0T-ITPF, trong điều kiện ánh sáng đầy đủ, thời tiết khô ráo.

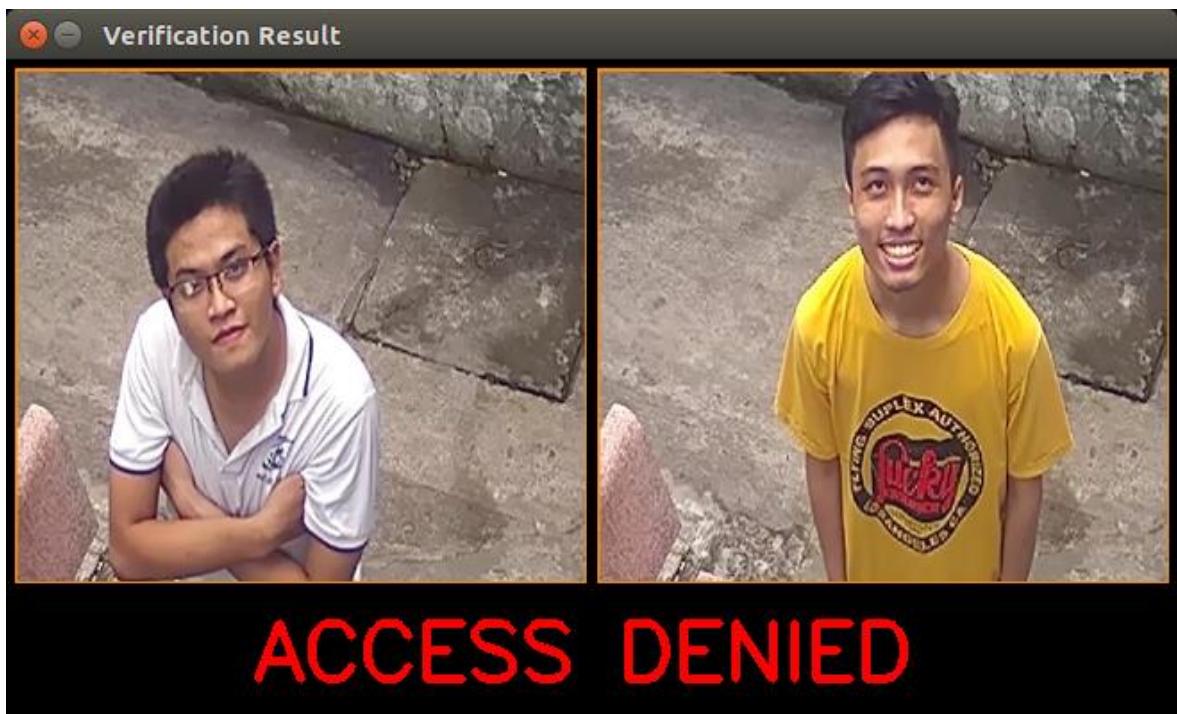


Hình 4.6: Khoảng từ vị trí gắn camera đến mặt đất

Do thời gian gấp rút, cho đến thời điểm báo cáo này hoàn thành, nhóm chỉ mới triển khai chạy thử nghiệm tại thực địa trong 01 buổi. Số lần thử là ít hơn 100, nhóm chưa thể có cơ sở đánh giá một cách khách quan việc chạy thử nghiệm tại thực địa. Dù vậy, nhóm cung cấp một số hình ảnh trong số ít những lần thử trong buổi chạy thử nghiệm đó.



Hình 4.7: Quá trình xác thực thành công



Hình 4.8: Quá trình xác thực không thành công

Trên là 2 trong số những lần chương trình cho ra kết quả đúng, khi **candidate** khớp với **template** dẫn đến xác thực thành công (true positive), và khi **candidate** không khớp với **template** dẫn đến xác thực không thành công, truy cập bị từ chối

(true negative). Tuy vậy, có một số trường hợp chương trình đã cho ra kết quả sai (false negative).



Hình 4.9: Kết quả xác thực không thành công (false negative)

Khi **candidate** khớp với template, truy cập vẫn bị từ chối. Cùng với false positive, đây là trường hợp mà không hệ thống nào muốn xảy ra. Nhóm sẽ cần có thêm cải tiến và thử nghiệm trong thời gian sắp tới.

4.3. Kết quả đạt được so với mục tiêu đề ra

Bảng 4.2: Kết quả đạt được so với mục tiêu đề ra

	Mô tả công việc	Kết quả đạt được
Nội dung 1	Độ chính xác của model nhận diện khuôn mặt đạt trên 95%	<ul style="list-style-type: none">- Chưa đánh giá được một cách khách quan do số lần thử quá ít (80 lần).- Có tất cả 66 lần test đạt yêu cầu (True Positive: 37 lần và True Negative: 29 → Tỉ lệ chính xác: 82.5%)- 14 lần test không đạt yêu cầu (False

		<p>Negative: 10 lần, False positive: 4 lần)</p> <p><u>Chú thích:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - True Positive: Access granted đúng người - True Negative: Access denied đúng người - False Positive: Access granted sai người - False Negative: Access denied sai người
Nội dung 2	Cửa đóng mở chính xác, bao quát tốt các trường hợp	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống đã triển khai thành công giải pháp phát hiện đóng/mở cửa hoàn tất.
Nội dung 3	Tương tác thân thiện với người dùng	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống sẽ thông báo trạng thái hoạt động của cửa qua âm thanh và đèn LED. - Sub-system CW sẽ hiển thị cụ thể trạng thái hiện tại của cửa cho người quản lý.
Nội dung 4	Linh hoạt trước những thay đổi (người thuê dời đi, người mới đến thuê)	<ul style="list-style-type: none"> - Người chủ trọ có thể chủ động thêm hoặc bớt các thông tin của người thuê trọ.
Nội dung 5	Ứng dụng nhập chỉ số điện nước hoạt động cơ bản, nhưng chính xác	<ul style="list-style-type: none"> - Ứng dụng trên điện thoại đã có thể thực hiện gửi số điện và nước tương với từng phòng về hệ thống.

4.4. Các phần công việc thực hiện thêm so với mục tiêu đề ra

Bảng 4.3: Các phần công việc thực hiện thêm so với mục tiêu đề ra

	Mô tả công việc	Kết quả đạt được
Nội dung 1	Giải pháp phát hiện vật cản	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống có thể tự động dừng cửa khi gặp các vật cản. - Chưa thể bao quát hết tất cả các trường hợp xuất hiện vật cản trên hành trình đóng/mở cửa.
Nội dung 2	Giải pháp xác thực khi mất kết nối Wifi	<ul style="list-style-type: none"> - Giải pháp đã có thể thực hiện công việc xác thực khi mất kết nối Wifi đối với sub-system RF đặt ở vị trí bên ngoài. - Giải pháp này chưa thể lưu lại lịch sử hoạt động.
Nội dung 3	Giải pháp thời gian an toàn cho quá trình đóng/ mở cửa	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống đã hoạt động thành công với khoảng thời gian an toàn được cài đặt sẵn và có thể tùy chỉnh theo mục đích của người quản lý.
Nội dung 4	Giải pháp lưu lại lịch sử hoạt động của hệ thống điều khiển cửa	<ul style="list-style-type: none"> - Lưu lại thành công lịch sử hoạt động của hệ thống vào cơ sở dữ liệu để phục vụ cho công việc quản lý.

Chương 5. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

5.1. Kết luận

5.1.1. Về chức năng của hệ thống

Đề tài đã hoàn thành mục tiêu về mặt chức năng của hệ thống, khi các sub-system đã hoàn thành tốt chức năng của mình khi chạy đơn lẻ và khi được ghép nối với nhau.

5.1.2. Về hoàn thiện của hệ thống

Tuy hệ thống hoạt động tốt về mặt chức năng, độ hoàn thiện của nó vẫn còn nhiều điểm chưa tốt.

- Sub-system RF:

- RF vị trí bên ngoài vẫn có nguy cơ bị nước xâm nhập.
- Âm lượng của loa thông báo là khá nhỏ vì mâu thuẫn với thiết kế, khi mà loa được đặt trong hộp, mà hộp lại rất kín (để chống nước).

- Sub-system FR:

- Đặc trưng khuôn mặt được trích xuất ra từ mô hình được sử dụng có chất lượng chưa cao, có nguy cơ dẫn đến sai sót trong tương lai, với các điều kiện thời tiết chưa được thử nghiệm.
- Chưa tích hợp màn hình nhỏ gọn để thể hiện thông tin qua hình ảnh về phiên xác thực hiện tại cho người dùng.
- So với mục tiêu ban đầu đặt ra trong đề cương, nhóm chưa thể đánh giá được tỉ lệ chính xác của chương trình, cũng như mục tiêu xác định độ thật của khuôn mặt. Lý do một phần vì thiếu kinh nghiệm, nhóm đã không lường trước được khối lượng công việc và độ phức tạp của nó.

- Sub-system DC:

- Trong trường hợp mất điện xảy ra hệ thống sẽ không thể hoạt động được, để xử lý trường hợp này, cần phải có một giải thuật có độ phức tạp lớn

mang tính bao quát tất cả các trường hợp xác thực có thể xảy ra khi mất điện.

- Hệ thống chưa có tính năng tự kiểm tra lỗi, trong trường hợp có lỗi phần cứng xảy ra, người quản lý cần phải kiểm tra thủ công tất cả các phần cứng liên quan đến hệ thống.
- Sub-system CW:
 - Giao diện điều khiển cần cài tiến để người sử dụng có thể dễ dàng tiếp cận.
 - Hệ thống hiện tại chỉ hoạt động trong mạng nội bộ, chưa được chạy thử trên mạng internet.

5.1.3. Những kiến thức đã học được trong quá trình thực hiện đề tài

Bảng 5.1: Những kiến thức đã học được trong quá trình thực hiện đề tài

	Mô tả công việc	Kiến thức học được
Nội dung 1	Nhận diện khuôn mặt	<ul style="list-style-type: none"> - Cách một mạng neural được xây dựng và hoạt động (convolutional, receptive fields, activation functions, fully-connected layer, feature,...) - Python - Multiprocessing
Nội dung 2	Đọc thẻ RFID	<ul style="list-style-type: none"> - Hiểu được cấu trúc của thẻ RFID . - Thực hiện được quá trình đọc và ghi dữ liệu trên thẻ RFID.
Nội dung 3	Gửi dữ liệu từ ESP32 đến server qua kết nối wifi	<ul style="list-style-type: none"> - Biết được cách sử dụng cũng như đặc điểm của nền tảng SocketIO trên ESP32.
Nội dung 4	Xây dựng phương pháp xác thực khi mất kết nối wifi	<ul style="list-style-type: none"> - Học được cách phát hiện mất kết nối wifi. - Biết được cách lưu trữ dữ liệu trên

		bộ nhớ flash của ESP32.
Nội dung 5	Thiết kế server điều khiển	<ul style="list-style-type: none"> - Học được cách sử dụng NodeJS để xây dựng được server. - Hiểu được cách xây dựng các sự kiện để nhận dữ liệu từ client.
Nội dung 6	Xây dựng ứng dụng nhập số điện và nước trên điện thoại di động	<ul style="list-style-type: none"> - Biết được cách sử dụng nền tảng SocketIO để gửi dữ liệu thông qua wifi.
Nội dung 8	Thị trường sản ngành an ninh	<ul style="list-style-type: none"> - Nhận diện được một số mẫu mã RFID reader (giá dao động từ 7\$ đến 50\$), access control board/system (từ 45\$ đến 1000\$), facial recognition terminal trên các trang thương mại điện tử alibaba, aliexpress

5.2. Hướng phát triển

- Hoàn thiện hơn từng sub-system.
- Khảo sát và xây dựng nền cơ chế đảm bảo tính bảo mật của hệ thống.
- Tách RFID và Nhận diện khuôn mặt ra thành 2 lựa chọn độc lập, người quản trị có thêm lựa chọn chỉ sử dụng 1 trong 2 tính năng đó.
- Thêm cơ chế định thời để tiết kiệm tính toán tại bước xác thực khuôn mặt.
- Triển khai hệ thống vào thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] "IFSEC GLOBAL DIRECTORY," [Online]. Available:
<https://directory.ifsecglobal.com/access-control-code004781.html>.
- [2] D. X. L. W. M. J. S. X. a. C. P. Y He, LFFD: A Light and Fast Face Detector for Edge Devices, 2019.
- [3] D. E. King, "High Quality Face Recognition with Deep Metric Learning," 2017. [Online]. Available: <http://blog.dlib.net/2017/02/high-quality-face-recognition-with-deep.html>.