

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



Nguyễn Nguyễn Phong – Trần Thị Huyền Trang

**ỨNG DỤNG ĐIỂM DANH SINH VIÊN BẰNG
NHẬN DIỆN KHUÔN MẶT 3D VÀ MÃ QR**

Ngành: Hệ Thống Thông Tin

Giảng viên hướng dẫn: ThS. Phan Thị Bảo Trân

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2025

INDUSTRIAL UNIVERSITY OF HO CHI MINH CITY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY



Nguyen Nguyen Phong – Tran Thi Huyen Trang

**Student attendance application using 3d facial recognition
and qr code**

Major: Information Systems

Supervisor: MSc. Tran, Phan Thi Bao

HO CHI MINH CITY, December 2025

TÓM TẮT

Trong bối cảnh giáo dục đại học chú trọng chuyển đổi số, nhu cầu xây dựng một hệ thống điểm danh tự động, chính xác và giảm tải cho giảng viên ngày càng trở nên cần thiết, từ đó hình thành lý do lựa chọn đề tài. Thực tế cho thấy các phương pháp điểm danh truyền thống thường mất thời gian, dễ bị gian lận hoặc ghi nhận sai lệch, gây khó khăn trong quản lý lớp học – đây chính là vấn đề mà nghiên cứu hướng tới giải quyết. Để khắc phục hạn chế này, đề tài áp dụng mô hình học sâu nhận diện khuôn mặt 3D kết hợp mã QR như giải pháp hỗ trợ, sử dụng Python để xây dựng mô hình, Django để triển khai API, Flutter để phát triển ứng dụng di động và React để tạo giao diện quản trị; toàn bộ dữ liệu được lưu trữ và quản lý trên hệ thống cơ sở dữ liệu PgAdmin4. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, tốc độ xử lý nhanh và độ chính xác cao trong điều kiện thực tế. Từ đó, khẳng định tính khả thi của giải pháp, góp phần cải thiện quy trình điểm danh, hỗ trợ giảng viên, quản trị viên và mang lại trải nghiệm thuận tiện hơn cho sinh viên.

Từ khóa: Nhận diện khuôn mặt 3D, Học sâu, Điểm danh sinh viên, Hệ thống đa nền tảng, Flutter, Django, React, Docker, API, Multi-task Learning, Multi-modal, Resnet34, Resnet50, PointNet.

ABSTRACT

In the context of increasing demand for smart technology in educational management, this study proposes an automated student attendance system that integrates 3D facial recognition with QR codes as a backup mechanism. Traditional attendance methods such as manual check-ins or barcode scanning often lead to inefficiency, errors, and limited flexibility. To address these issues, the proposed system employs a deep learning-based 3D face recognition model developed in Python, combined with backend services built using Django and a cross-platform mobile application developed with Flutter. A React-based web interface is provided for administrators, while attendance data is stored and managed securely through PgAdmin4. Experimental results demonstrate that the system achieves high recognition accuracy, fast processing speed, and strong applicability in real-world classroom environments. The solution contributes to modernizing academic management processes, enhancing teaching effectiveness, and improving user experience for both students and lecturers.

Keywords: 3D Face Recognition, Student Attendance, Convolutional Neural Networks, Flutter, Django, React, Docker, API, Multi-task Learning, Multi-modal, Resnet34, Resnet50, PointNet.

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành khóa luận tốt nghiệp này, lời đầu tiên chúng em xin gửi đến Quý Thầy Cô Trường Đại học Công Nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất.

Trong suốt thời gian học tập tại trường, chúng em đã nhận được rất nhiều sự quan tâm, chỉ dạy và truyền đạt kiến thức quý báu từ Quý Thầy Cô. Với lòng biết ơn sâu sắc, chúng em xin gửi lời cảm ơn đến tập thể Thầy Cô Chuyên ngành Hệ thống Thông tin đã tận tình giảng dạy, truyền đạt kiến thức và kỹ năng trong suốt thời gian qua. Đó chính là nền tảng quan trọng để chúng em có thể hoàn thành khóa luận tốt nghiệp này.

Đặc biệt, chúng em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Cô Phan Thị Bảo Trân – người đã trực tiếp hướng dẫn, tận tình chỉ bảo, đưa ra những định hướng và đóng góp quý báu để chúng em có thể hoàn thiện đề tài một cách tốt nhất.

Bên cạnh đó, chúng em cũng xin gửi lời cảm ơn đến gia đình và bạn bè – những người đã luôn đồng hành, động viên, khích lệ tinh thần và tạo điều kiện thuận lợi nhất để chúng em có thể tập trung nghiên cứu và hoàn thành khóa luận này.

Khóa luận này được thực hiện trong thời gian có hạn, mặc dù đã nỗ lực nhưng không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng em rất mong nhận được sự thông cảm và những ý kiến đóng góp quý báu của Quý Thầy Cô để đề tài hoàm thiện hơn.

Một lần nữa, chúng em xin trân trọng cảm ơn!

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 07 tháng 12 năm 2025

Sinh viên 1 ký tên

Phong

Nguyễn Nguyễn Phong

Sinh viên 2 ký tên

Trang

Trần Thị Huyền Trang

NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TP.HCM, ngày.....tháng.....năm.....

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

(Ký tên)

NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN 1

TP.HCM, ngày.....tháng.....năm.....

GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN 1

(Ký tên)

NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN 2

TP.HCM, ngày.....tháng.....năm.....

GIẢNG VIÊN PHẢN BIÊN 2

(Ký tên)

MỤC LỤC

MỤC LỤC	i
DANH MỤC HÌNH	v
DANH MỤC BẢNG	x
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	xii
CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI	1
1.1. Lý do chọn đề tài	1
1.2. Mục tiêu của đề tài.....	2
1.3. Đối tượng và phạm vi	3
1.3.1. Đối tượng	3
1.3.2. Phạm vi	3
1.4. Phương pháp thực hiện	4
1.5. Cấu trúc khóa luận.....	5
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÔNG NGHỆ.....	6
2.1. Tổng quan về nhận diện khuôn mặt.....	6
2.1.1. Công nghệ nhận diện khuôn mặt 3D	6
2.1.2. Mã QR trong hệ thống điểm danh	16
2.2. Các công nghệ sử dụng.....	19
2.2.1. Flutter.....	19
2.2.2. Django.....	21
2.2.3. ReactJS.....	23
2.2.4. PgAdmin4	26
2.2.5. Python libraries.....	29
2.2.6. Docker.....	32
2.3. Mô tả thuật toán.....	33
2.3.1. ResNet-34.....	33
2.3.2. ResNet-50.....	37

2.3.3. PointNet++	39
CHƯƠNG 3. THU THẬP YÊU CẦU.....	44
3.1. Giới thiệu nơi sử dụng	44
3.2. Thu thập yêu cầu	44
3.2.1. Kế hoạch phỏng vấn	44
3.2.2. Câu hỏi phỏng vấn	46
3.3. Mô tả nghiệp vụ.....	50
3.4. Phân tích yêu cầu.....	52
3.4.1. Yêu cầu chức năng.....	52
3.4.2. Yêu cầu phi chức năng.....	53
3.4.3. Yêu cầu về dữ liệu	54
3.4.4. Yêu cầu có liên quan đến người dùng.....	54
3.4.5. Yêu cầu có liên quan đến môi trường sử dụng hệ thống.....	54
CHƯƠNG 4. PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG.....	55
4.1. Sơ đồ Use Case.....	55
4.2. Đặc tả Use Case.....	55
4.2.1. Đăng nhập	55
4.2.2. Đăng xuất	58
4.2.3. Khôi phục mật khẩu.....	59
4.2.4. Quản lý tài khoản cá nhân.....	62
4.2.5. Xem lịch sử điểm danh	66
4.2.6. Xem lịch học/dạy.....	68
4.2.7. Thiết lập khuôn mặt	69
4.2.8. Điểm danh bằng khuôn mặt	71
4.2.9. Điểm danh bằng QR code	74
4.2.10. Đăng ký lịch học.....	76
4.2.11. Xin nghỉ phép	79
4.2.12. Xem thống kê điểm danh của sinh viên	80
4.2.13. Quản lý điểm danh	82
4.2.14. Quản lý đơn nghỉ phép	84

4.2.15.	Tạo QR code.....	87
4.2.16.	Xem báo cáo dành cho giảng viên	88
4.2.17.	Duyệt lịch học.....	90
4.2.18.	Quản lý hồ sơ cá nhân.....	91
4.2.19.	Báo cáo tổng quan.....	96
4.3.	Sơ đồ activity.....	98
4.4.	Sơ đồ sequence	115
4.5.	Xác định các khái niệm trong hệ thống	132
4.6.	Sơ đồ domain	146
4.7.	Sơ đồ lớp	147
4.8.	Sơ đồ cơ sở dữ liệu	148
4.9.	Thiết kế giao diện	202
4.9.1.	Giao diện app.....	202
4.9.2.	Giao diện web.....	205
CHƯƠNG 5.	THỰC HIỆN VÀ ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG.....	220
5.1.	Xây dựng mô hình nhận diện khuôn mặt 3D	220
5.2.	Kết quả đạt được khi chạy mô hình	222
5.3.	Hiện thực hệ thống.....	229
5.4.	Đánh giá và kiểm thử hệ thống	232
5.4.1.	Kiểm thử Use Case đăng nhập	232
5.4.2.	Kiểm thử Use Case đăng xuất	234
5.4.3.	Kiểm thử Use Case khôi phục mật khẩu.....	236
5.4.4.	Kiểm thử Use Case quản lý tài khoản.....	237
5.4.5.	Kiểm thử Use Case xem lịch học/ Dạy	241
5.4.6.	Kiểm thử Use Case thiết lập luôn mặt	242
5.4.7.	Kiểm thử Use Case điểm danh nhận diện khuôn mặt.....	244
5.4.8.	Kiểm thử Use Case điểm danh bằng QR code	246
5.4.9.	Kiểm thử Use Case đăng ký lịch học.....	248
5.4.10.	Kiểm thử Use Case xem lịch sử điểm danh.....	250

5.4.11.	Kiểm thử Use Case xin nghỉ phép	251
5.4.12.	Kiểm thử Use Case sinh viên xem báo cáo/ Thông kê	254
5.4.13.	Kiểm thử Use Case quản lý điểm danh.....	256
5.4.14.	Kiểm thử Use Case quản lý đơn nghỉ phép	258
5.4.15.	Kiểm thử Use Case tạo QR Code	261
5.4.16.	Kiểm thử Use Case giảng viên xem báo cáo	262
5.4.17.	Kiểm thử Use Case duyệt lịch học.....	264
5.4.18.	Kiểm thử Use Case quản lý tài khoản.....	266
5.4.19.	Kiểm thử Use Case admin xem báo cáo	274
CHƯƠNG 6. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN		276
6.1.	Kết quả đạt được.....	276
6.2.	Hạn chế	276
6.3.	Hướng phát triển.....	276
TÀI LIỆU THAM KHẢO		278
PHỤ LỤC		280

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.5.1 Pipeline bό cục, nội dung của bài báo cáo	5
Hình 2.1.1.4.1 Biểu đồ phân phối dữ liệu sau khi sử dụng DECA	11
Hình 2.1.2.3.1 Cấu trúc của QR code	17
Hình 2.2.1.1.1 Logo Flutter.....	19
Hình 2.2.2.1.1 Logo Django.....	21
Hình 2.2.3.1.1 Logo ReactJS	24
Hình 2.2.4.1.1 Logo PgAdmin4	26
Hình 2.2.5.1.1 Logo Python.....	30
Hình 2.2.6.1.1 Logo Docker	32
Hình 2.3.1.1 Mô tả thuật toán ResNet-34.....	35
Hình 2.3.2.1 Mô tả thuật toán ResNet-50.....	38
Hình 2.3.3.1 Mô tả thuật toán PointNet++.....	40
Hình 4.1.1 Sơ đồ UseCase.....	55
Hình 4.3.1 Activity đăng nhập tài khoản.....	98
Hình 4.3.2 Activity đăng xuất tài khoản.....	99
Hình 4.3.3 Activity đổi mật khẩu	100
Hình 4.3.4 Activity cập nhật thông tin tài khoản	101
Hình 4.3.5 Activity xem lịch sử điểm danh	102
Hình 4.3.6 Activity xem lịch học	102
Hình 4.3.7 Activity thiết lập khuôn mặt.....	103
Hình 4.3.8 Activity điểm danh bằng khuôn mặt.....	104
Hình 4.3.9 Activity điểm danh bằng QR code.....	105
Hình 4.3.10 Activity đăng ký lịch học	106
Hình 4.3.11 Activity xin nghỉ phép.....	107
Hình 4.3.12 Activity xem thống kê điểm dành cho sinh viên	107
Hình 4.3.13 Activity xem danh sách điểm danh.....	108
Hình 4.3.14 Activity xuất danh sách điểm danh	108

<i>Hình 4.3.15 Activity duyệt/ từ chối đơn nghỉ phép.....</i>	109
<i>Hình 4.3.16 Activity tạo QR code</i>	109
<i>Hình 4.3.17 Activity xem báo cáo dành cho giảng viên.....</i>	110
<i>Hình 4.3.18 Activity duyệt lịch học</i>	110
<i>Hình 4.3.19 Activity xem tài khoản</i>	111
<i>Hình 4.3.20 Activity thêm tài khoản.....</i>	111
<i>Hình 4.3.21 Activity cấp lại mật khẩu.....</i>	112
<i>Hình 4.3.22 Activity thay đổi trạng thái tài khoản.....</i>	112
<i>Hình 4.3.23 Activity sửa người dùng</i>	113
<i>Hình 4.3.24 Activity sửa người dùng</i>	114
<i>Hình 4.4.1 Sequence đăng nhập tài khoản</i>	115
<i>Hình 4.4.2 Sequence đăng xuất tài khoản.....</i>	116
<i>Hình 4.4.3 Sequence khôi phục mật khẩu.....</i>	117
<i>Hình 4.4.4 Sequence cập nhật thông tin tài khoản</i>	118
<i>Hình 4.4.5 Sequence xem lịch sử điểm danh</i>	118
<i>Hình 4.4.6 Sequence xem lịch học/day.....</i>	119
<i>Hình 4.4.7 Sequence thiết lập khuôn mặt.....</i>	120
<i>Hình 4.4.8 Sequence điểm danh khuôn mặt.....</i>	121
<i>Hình 4.4.9 Sequence điểm danh bằng QR.....</i>	122
<i>Hình 4.4.10 Sequence đăng ký lịch học</i>	123
<i>Hình 4.4.11 Sequence xin nghỉ phép.....</i>	124
<i>Hình 4.4.12 Sequence xem thống kê điểm danh của sinh viên</i>	125
<i>Hình 4.4.13 Sequence xem danh sách điểm danh.....</i>	125
<i>Hình 4.4.14 Sequence xuất file excel điểm danh.....</i>	126
<i>Hình 4.4.15 Sequence duyệt/ từ chối đơn nghỉ phép.....</i>	126
<i>Hình 4.4.16 Sequence tạo QR code.....</i>	127
<i>Hình 4.4.17 Sequence xem báo cáo dành cho giảng viên</i>	127
<i>Hình 4.4.18 Sequence duyệt lịch học</i>	128

<i>Hình 4.4.19 Sequence xem danh sách tài khoản.....</i>	129
<i>Hình 4.4.20 Sequence thêm tài khoản</i>	129
<i>Hình 4.4.21 Sequence cấp lại mật khẩu cho tài khoản</i>	130
<i>Hình 4.4.22 Sequence thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản.....</i>	130
<i>Hình 4.4.23 Sequence sửa người dùng.....</i>	131
<i>Hình 4.4.24 Sequence xem báo cáo tổng quan dành cho admin</i>	131
<i>Hình 4.6.1 Sơ đồ domain.....</i>	146
<i>Hình 4.7.1 Sơ đồ lớp</i>	147
<i>Hình 4.8.1 Sơ đồ cơ sở dữ liệu.....</i>	148
<i>Hình 4.9.1.1 Giao diện app đăng nhập.....</i>	202
<i>Hình 4.9.1.2 Giao diện app cài đặt.....</i>	202
<i>Hình 4.9.1.3 Giao diện app thông báo.....</i>	203
<i>Hình 4.9.1.4 Giao diện app lịch học</i>	203
<i>Hình 4.9.1.5 Giao diện app xin nghỉ phép.....</i>	204
<i>Hình 4.9.1.6 Giao diện app lịch sử trang chủ</i>	204
<i>Hình 4.9.1.7 Giao diện app đăng nhập</i>	204
<i>Hình 4.9.2.1 Giao diện web đăng nhập.....</i>	205
<i>Hình 4.9.2.2 Giao diện web đăng xuất.....</i>	205
<i>Hình 4.9.2.3 Giao diện web trang chủ</i>	206
<i>Hình 4.9.2.4 Giao diện web thông tin cá nhân</i>	206
<i>Hình 4.9.2.5 Giao diện web đổi mật khẩu</i>	207
<i>Hình 4.9.2.6 Giao diện web reset mật khẩu</i>	207
<i>Hình 4.9.2.7 Giao diện web mã OTP</i>	208
<i>Hình 4.9.2.8 Giao diện web lịch học của sinh viên</i>	208
<i>Hình 4.9.2.9 Giao diện web danh sách đơn nghỉ phép sinh viên gửi.....</i>	209
<i>Hình 4.9.2.10 Giao diện web xin nghỉ phép</i>	209
<i>Hình 4.9.2.11 Giao diện web báo cáo dành cho sinh viên.....</i>	210
<i>Hình 4.9.2.12 Giao diện web điểm danh bằng QR code</i>	210

Hình 4.9.2.13 Giao diện web điểm danh bằng khuôn mặt	211
Hình 4.9.2.14 Giao diện web xem lịch sử điểm danh.....	211
Hình 4.9.2.15 Giao diện web báo cáo của giảng viên	212
Hình 4.9.2.16 Giao diện web thông báo của giảng viên.....	212
Hình 4.9.2.17 Giao diện web quản lý lớp học	213
Hình 4.9.2.18 Giao diện web lịch dạy giảng viên.....	213
Hình 4.9.2.19 Giao diện web tạo QR code để điểm danh	214
Hình 4.9.2.20 Giao diện web danh sách đơn xin nghỉ phép.....	214
Hình 4.9.2.21 Giao diện web xem báo cáo của admin.....	215
Hình 4.9.2.22 Giao diện web xem thông báo dành cho admin.....	215
Hình 4.9.2.23 Giao diện web quản lý lịch học	216
Hình 4.9.2.24 Giao diện web quản lý tài khoản sinh viên.....	216
Hình 4.9.2.25 Giao diện web quản lý tài khoản giảng viên	217
Hình 4.9.2.26 Giao diện web tạo tài khoản sinh viên	217
Hình 4.9.2.27 Giao diện web tạo tài khoản giảng viên.....	218
Hình 4.9.2.28 Giao diện web giám sát thao tác người dùng	218
Hình 4.9.2.29 Giao diện web giám sát hệ thống.....	219
Hình 5.1.1 Phương pháp xây dựng mô hình nhận diện khuôn mặt 3D.....	220
Hình 5.2.3.1 Kết quả mô hình sau 50 epoch.....	224
Hình 5.2.3.2 Số liệu phát hiện giả mạo.....	225
Hình 5.2.3.3 Kết quả phân tích nâng cao của mô hình.....	226
Hình 5.2.3.4 Biểu đồ phân bố đặc trưng (Embedding) khuôn mặt 3D trên không gian PCA	227
Hình 5.2.3.5 Kiểm thử độ chính xác của nhận diện khuôn mặt 3D trong môi trường thực tế	228
Hình 5.3.1 Hiện thực hệ thống lịch học/ dạy	229
Hình 5.3.2 Hiện thực hệ thống điểm danh bằng mã QR	229
Hình 5.3.3 Hiện thực hệ thống thiết lập khuôn mặt	230
Hình 5.3.4 Hiện thực hệ thống điểm danh bằng khuôn mặt	230

<i>Hình 5.3.5. Hiện thực hệ thống app điểm danh bằng mã QR.....</i>	231
<i>Hình 5.3.6. Hiện thực hệ thống app xem báo cáo.....</i>	231
<i>Hình 5.3.7. Hiện thực hệ thống app thiết lập khuôn mặt</i>	231
<i>Hình 5.3.8. Hiện thực hệ thống app điểm danh bằng khuôn mặt</i>	231

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1.1.3.1 Bảng so sánh công nghệ 2D và 3D.....	8
Bảng 2.2.3.4.1 So sánh ReactJS và các framework/library khác	25
Bảng 2.2.4.4.1 So sánh PostgreSQL và MySQL.....	28
Bảng 2.3.1.1 Cấu trúc các cụm lớp (Stage) trong mô hình ResNet-34.....	35
Bảng 3.2.1.1 Kế hoạch phỏng vấn	44
Bảng 3.2.2.1 Câu hỏi phỏng vấn.....	46
Bảng 4.8.1 Bảng academic_years.....	149
Bảng 4.8.2 Bảng account.....	150
Bảng 4.8.3 Bảng attendences.....	153
Bảng 4.8.4 Bảng audit_logs.....	156
Bảng 4.8.5 Bảng class_students.....	159
Bảng 4.8.6 Bảng classes.....	160
Bảng 4.8.7 Bảng departments.....	161
Bảng 4.8.8 Bảng face_recognition_log.....	162
Bảng 4.8.9 Bảng leaves.....	164
Bảng 4.8.10 Bảng lecturer_subjects	167
Bảng 4.8.11 Bảng lecturers	168
Bảng 4.8.12 Bảng lesson_slots	170
Bảng 4.8.13 Bảng login_log	171
Bảng 4.8.14 Bảng mojors	173
Bảng 4.8.15 Bảng notifications.....	175
Bảng 4.8.16 Bảng qr_checkin_logs	176
Bảng 4.8.17 Bảng qr_checkins	177
Bảng 4.8.18 Bảng roles	180
Bảng 4.8.19 Bảng rooms	180
Bảng 4.8.20 Bảng schedules.....	182
Bảng 4.8.21 Bảng semesters.....	184

<i>Bảng 4.8.22</i> <i>Bảng shifts</i>	186
<i>Bảng 4.8.23</i> <i>Bảng staffs</i>	188
<i>Bảng 4.8.24</i> <i>Bảng student_subjects</i>	189
<i>Bảng 4.8.25</i> <i>Bảng student</i>	191
<i>Bảng 4.8.26</i> <i>Bảng subject_classes</i>	193
<i>Bảng 4.8.27</i> <i>Bảng subject_registration_request</i>	195
<i>Bảng 4.8.28</i> <i>Bảng subjects</i>	197
<i>Bảng 4.8.29</i> <i>Bảng user_sessions</i>	199
<i>Bảng 4.8.30</i> <i>Bảng permissions</i>	201
<i>Bảng 5.1.</i> <i>Chỉ số hiệu suất định lượng</i>	222

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Từ nguyên gốc
ACID	Atomicity – Consistency – Isolation – Durability
AI	Artificial Intelligence
APCER	Attack Presentation Classification Error Rate
API	Application Programming Interface
AUC	Area Under the Curve
BPCER	Bona Fide Presentation Classification Error Rate
C	Programming Language C
CMS	Content Management System
CNN	Convolutional Neural Network
CSDL	Cơ sở dữ liệu (Database)
CSS	Cascading Style Sheets
CUDA	Compute Unified Device Architecture
CRUD	Create – Read – Update – Delete
DOM	Document Object Model
EER	Equal Error Rate
FK	Foreign Key
GPU	Graphics Processing Unit
GSSAPI	Generic Security Services Application Program Interface
GVHD	Giảng viên hướng dẫn
HTTP	HyperText Transfer Protocol
iOS	iPhone Operating System
IUH	Industrial University of Ho Chi Minh City

JSON	JavaScript Object Notation
JSX	JavaScript XML
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LMS	
MVC	Model – View – Controller
MTV	Model – Template – View
MK	Mật khẩu
MySQL	My Structured Query Language
ONNX	Open Neural Network Exchange
ORDBMS	Object-Relational Database Management System
ORM	Object-Relational Mapping
PCA	Principal Component Analysis
PHP	Hypertext Preprocessor
PK	Primary Key
QR	Quick Response
RAM	Random Access Memory
R	Programming Language R
RDBMS	Relational Database Management System
REST	Representational State Transfer
RGB	Red – Green – Blue
SĐT	Số điện thoại
SCRAM-SHA-256	Salted Challenge Response Authentication Mechanism – Secure Hash Algorithm 256
SGD	Stochastic Gradient Descent
SPA	Single Page Application

SQL	Structured Query Language
SSPI	Security Support Provider Interface
UI	User Interface
URL	Uniform Resource Locator
UUID	Universally Unique Identifier
WSGI	Web Server Gateway Interface
XML	eXtensible Markup Language

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

1.1. Lý do chọn đề tài

Trong bối cảnh *Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh (IUH)* đẩy mạnh chuyển đổi số trong hoạt động giảng dạy và quản lý sinh viên, việc áp dụng công nghệ vào quy trình điểm danh ngày càng trở nên cần thiết. Hiện nay, *IUH* sử dụng hệ thống *LMS* để hỗ trợ điểm danh, tuy nhiên phương pháp này vẫn còn mang tính thủ công khi sinh viên phải tự thực hiện điểm danh trên hệ thống hoặc giảng viên phải kiểm tra thủ công trong lớp.

Điều này dẫn đến một số hạn chế như sinh viên có thể điểm danh hộ hoặc giảng viên mất nhiều thời gian để xác nhận sự có mặt. Do đó, việc nghiên cứu và triển khai một phương pháp điểm danh tự động, chính xác và minh bạch hơn sẽ góp phần nâng cao hiệu quả quản lý học tập tại *IUH*.

Cách làm này tồn tại nhiều hạn chế như:

- Tốn nhiều thời gian, đặc biệt đối với các lớp học có số lượng sinh viên đông.
- Khó kiểm soát tình trạng điểm danh hộ, gây ảnh hưởng đến tính công bằng và kỷ luật lớp học.
- Không đồng bộ dữ liệu, gây khó khăn trong việc lưu trữ và quản lý kết quả điểm danh.

Bên cạnh đó, cũng có một số trường đã áp dụng thẻ từ hoặc mã vạch để điểm danh, tuy nhiên các giải pháp này vẫn còn hạn chế vì sinh viên có thể cho mượn thẻ, dẫn đến gian lận.

Trong khi đó, công nghệ nhận diện khuôn mặt 3D đang được đánh giá cao nhờ khả năng phân tích đặc điểm hình học khuôn mặt, giúp hạn chế rủi ro giả mạo bằng ảnh 2D. Song song đó, mã QR cũng là một trong những giải pháp tiện lợi, dễ triển khai, giúp tăng tốc độ xác thực và hỗ trợ kiểm soát danh tính nhanh chóng.

Vì vậy, việc kết hợp nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR để xây dựng một hệ thống điểm danh sinh viên mang lại nhiều lợi ích: tăng tính chính xác, tiết kiệm thời gian, giảm thiểu

gian lận và nâng cao hiệu quả trong quản lý sinh viên. Đây chính là lý do nhóm lựa chọn đề tài: “Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR”.

1.2. Mục tiêu của đề tài

Mục tiêu chính của đề tài là xây dựng một hệ thống điểm danh sinh viên hiện đại, chính xác và tiện lợi, ứng dụng hai phương pháp chính: nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR. Thông qua đó, đề tài không chỉ góp phần giải quyết những hạn chế còn tồn tại trong các phương pháp điểm danh truyền thống, mà còn khẳng định tính khả thi của việc áp dụng trí tuệ nhân tạo và công nghệ di động vào công tác quản lý giáo dục.

Cụ thể, đề tài tập trung vào các mục tiêu sau:

- Tự động hóa quy trình điểm danh: giảm thiểu thao tác thủ công của giảng viên, hạn chế sai sót và tiết kiệm thời gian.
- Nâng cao độ chính xác nhận diện sinh viên: sử dụng mô hình nhận diện khuôn mặt 3D nhằm khắc phục hạn chế của nhận diện 2D trong các trường hợp ánh sáng kém, góc chụp khác nhau hoặc có sự thay đổi ngoại hình.
- Tích hợp phương thức điểm danh dự phòng bằng mã QR: bảo đảm sinh viên có thể điểm danh ngay cả khi hệ thống nhận diện khuôn mặt gặp sự cố hoặc thiết bị không hỗ trợ camera 3D.
- Xây dựng cơ sở dữ liệu tập trung: quản lý thông tin sinh viên, lịch học và lịch sử điểm danh một cách đồng bộ, có thể truy xuất nhanh chóng.
- Phát triển ứng dụng đa nền tảng: cho phép sử dụng trên thiết bị di động (giảng viên, sinh viên) và trên giao diện web (quản trị viên).
- Cung cấp công cụ thống kê – báo cáo: hỗ trợ giảng viên và nhà trường theo dõi tình hình chuyên cần của sinh viên, xuất báo cáo điểm danh theo môn học, lớp học hoặc học kỳ.
- Đảm bảo tính bảo mật và khả năng mở rộng: bảo vệ thông tin cá nhân sinh viên, đồng thời cho phép mở rộng hệ thống trong tương lai để áp dụng cho nhiều lớp học hoặc toàn trường.

1.3. Đối tượng và phạm vi

1.3.1. Đối tượng

Đối tượng nghiên cứu chính của đề tài bao gồm sinh viên, giảng viên, admin và hệ thống phần mềm. Sinh viên là nhóm người dùng trực tiếp tham gia vào quá trình điểm danh thông qua hai phương thức là nhận diện khuôn mặt 3D và quét mã QR. Giảng viên đóng vai trò quản lý, bao gồm khởi tạo buổi học, giám sát danh sách sinh viên và theo dõi kết quả điểm danh. Admin sẽ theo dõi tổng quan về giảng viên và sinh viên. Song song đó, hệ thống phần mềm là một thành phần quan trọng, được phát triển gồm ứng dụng di động (*Flutter*), backend xử lý *API* (*Django REST Framework*), cơ sở dữ liệu *PostgreSQL* và mô hình *AI* nhận diện khuôn mặt 3D. Ngoài ra, đề tài còn tập trung nghiên cứu mô hình trí tuệ nhân tạo phục vụ nhận diện khuôn mặt trong không gian 3D, tận dụng các thư viện *Python* như *OpenCV*, *NumPy*, *PyTorch* để xử lý dữ liệu và đưa ra kết quả nhận dạng chính xác.

1.3.2. Phạm vi

Phạm vi chức năng: hệ thống tập trung vào hai chức năng chính là nhận diện khuôn mặt 3D và quét mã QR, kèm theo quản lý dữ liệu sinh viên, lớp học, môn học và lịch sử điểm danh.

Phạm vi công nghệ:

- Ứng dụng di động được phát triển bằng *Flutter*, tương thích với *Android* và *iOS*.
- Backend được xây dựng bằng *Django* để xử lý dữ liệu và mô hình nhận diện.
- Cơ sở dữ liệu sử dụng *PostgreSQL*, đảm bảo khả năng mở rộng.
- Giao diện quản trị website sử dụng *ReactJS* kết hợp với *Ant Design* và *Tailwind CSS*.

Phạm vi thử nghiệm: hệ thống được triển khai và đánh giá thử nghiệm trên một số lớp học của trường đại học *IUH*, với quy mô dữ liệu khoảng 10 khuôn mặt.

Giới hạn:

- Hệ thống chưa áp dụng cho môi trường có quy mô lớn (tổn trường, nhiều cơ sở).
- Không tích hợp các công nghệ xác thực sinh trắc học khác như vân tay hay mống mắt.

- Tập dữ liệu khuôn mặt 3D còn hạn chế, chưa phủ toàn bộ các trường hợp đặc thù (ví dụ: sinh viên đeo khẩu trang, kính râm, hoặc trong điều kiện ánh sáng quá yếu).

1.4. Phương pháp thực hiện

Thứ nhất: Nghiên cứu tài liệu

- Thu thập, nghiên cứu các tài liệu khoa học, công trình nghiên cứu, giáo trình và bài báo liên quan đến nhận diện khuôn mặt 3D, xử lý ảnh, và công nghệ QR Code.

Thứ 2: Khảo sát và phân tích yêu cầu

- Thực hiện khảo sát giảng viên và sinh viên để thu thập nhu cầu thực tế.
- Xác định các yêu cầu chức năng và phi chức năng của hệ.

Thứ 3: Thiết kế hệ thống

- Thiết kế kiến trúc hệ thống bao gồm các mô-đun: nhận diện khuôn mặt 3D, quét mã QR, quản lý dữ liệu sinh viên, lưu trữ và báo cáo.
- Thiết kế cơ sở dữ liệu để quản lý thông tin sinh viên và lịch sử điểm danh.
- Thiết kế giao diện người dùng trên thiết bị di động và trên website.

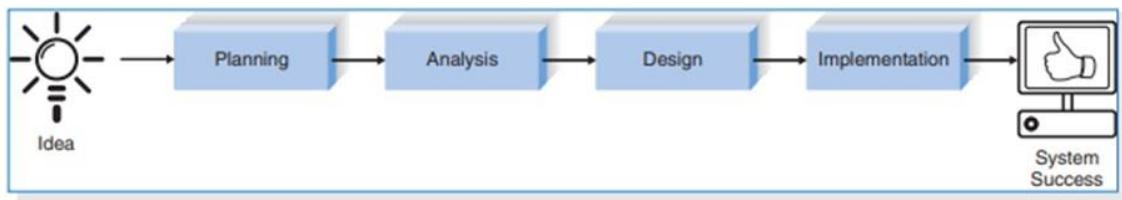
Thứ 4: Phát triển và tích hợp

- Sử dụng thư viện và framework phù hợp để xây dựng mô hình nhận diện khuôn mặt 3D.
- Xây dựng chức năng quét mã QR.
- Phát triển ứng dụng di động (giảng viên, sinh viên) và website (quản trị viên), kết nối với cơ sở dữ liệu để lưu trữ và xử lý kết quả điểm danh.

Thứ 5: Kiểm thử hệ thống

- Thực hiện kiểm thử chức năng, kiểm thử hiệu năng và độ chính xác của hệ thống.

1.5. Cấu trúc khóa luận



Hình 1.5.1 Pipeline bối cảnh, nội dung của bài báo cáo

Nguồn: Internet

Chương 1: Tổng quan đề tài

Trình bày lý do chọn đề tài, mục tiêu, phạm vi và phương pháp thực hiện nghiên cứu.

Chương 2: Cơ sở lý thuyết và các nghiên cứu liên quan

Giới thiệu các kiến thức nền tảng về nhận diện khuôn mặt 3D, QR Code, các phương pháp xử lý ảnh, cùng các nghiên cứu trước đó liên quan đến hệ thống điểm danh.

Chương 3: Thu thập và phân tích yêu cầu hệ thống

Khảo sát nhu cầu thực tế, phân tích yêu cầu chức năng và phi chức năng của ứng dụng.

Chương 4: Thiết kế hệ thống

Mô tả chi tiết kiến trúc hệ thống, thiết kế cơ sở dữ liệu, sơ đồ luồng dữ liệu, giao diện ứng dụng.

Chương 5: Hiện thực và kiểm thử hệ thống

Trình bày quá trình xây dựng ứng dụng, mô tả các công nghệ và công cụ được sử dụng, kết quả kiểm thử hệ thống.

Chương 6: Kết luận và hướng phát triển

Tóm tắt kết quả đạt được, nêu ra những hạn chế còn tồn tại và đề xuất hướng phát triển trong tương lai.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÔNG NGHỆ

2.1. Tổng quan về nhận diện khuôn mặt

Trong môi trường học đường và doanh nghiệp, phương pháp điểm danh truyền thống thường được thực hiện bằng cách gọi tên, ký tên trên giấy, hoặc thông qua thẻ từ. Mặc dù đơn giản và dễ triển khai, những cách làm này thường mất nhiều thời gian, dễ xảy ra sai sót và gian lận (ví dụ: điểm danh hộ). Trong bối cảnh chuyển đổi số, nhu cầu thay thế phương pháp thủ công bằng các hệ thống thông minh ngày càng trở nên cấp thiết.

2.1.1. Công nghệ nhận diện khuôn mặt 3D

2.1.1.1 Nhận diện khuôn mặt 3D là gì?

Nhận dạng khuôn mặt ba chiều (3D) là một công nghệ sinh trắc học thực hiện việc xác định hoặc xác thực người dùng bằng cách so sánh hai mô tả khuôn mặt 3D (khuôn mặt đã được đăng ký trước đó và khuôn nhận diện), sử dụng dữ liệu cấu trúc khuôn mặt ba chiều để xác minh hoặc từ chối danh tính được yêu cầu hoặc để tìm kết quả phù hợp nhất trên một ngưỡng quy định.

2.1.1.2 Lịch sử

Lịch sử Phát triển Nhận diện Khuôn mặt 3D (*Historical Recognition 3D Face*) Lịch sử của Nhận diện Khuôn mặt 3D (3DFR) là sự tiến hóa từ các phương pháp hình học đơn giản sang các mô hình học sâu phức tạp, được thúc đẩy bởi nhu cầu khắc phục các hạn chế của nhận diện 2D truyền thống như sự nhạy cảm với ánh sáng, góc nhìn và biểu cảm.

- Giai đoạn Sơ Khai và Ý tưởng Tiền đề (Trước những năm 2000): Sự quan tâm đến việc sử dụng thông tin độ sâu xuất phát từ các vấn đề nghiêm trọng của nhận diện 2D (ví dụ: các phương pháp dựa trên PCA như *Eigenfaces* dễ bị thất bại khi ánh sáng thay đổi). Đề xuất Ban đầu: Các nghiên cứu vào cuối những năm 1980 và đầu 1990 đã đề xuất việc đo đặc hình học bề mặt. Tuy nhiên, việc thiếu các thiết bị quét 3D nhanh, giá cả phải chăng đã giới hạn sự phát triển. Mô hình Biến dạng 3D (*3D Morphable Model - 3DMM*): Đây là một cột mốc lý thuyết quan trọng, được giới thiệu bởi *Blanz* và *Vetter* (1999). Mô hình này cho phép tách biệt giữa thông tin danh tính (identity) và thông tin biểu cảm/ánh sáng (expression/illumination) bằng

cách biểu diễn khuôn mặt dưới dạng tổ hợp tuyến tính của các vector cơ sở. Đây là nền tảng cho nhiều phương pháp bắt biến với biểu cảm sau này.

- Giai đoạn Phát triển Chính (Thập niên 2000 - 2010): Giai đoạn này chứng kiến sự trưởng thành của *3DFR* nhờ sự ra đời của các thiết bị quét 3D có độ phân giải cao và các bộ dữ liệu công khai tiêu chuẩn.
 - Đột phá về Dữ liệu và Đánh giá Cuộc thi Thách thức Lớn về Nhận diện Khuôn mặt (*FRGC*, 2005): Cuộc thi do chính phủ Mỹ tài trợ đã cung cấp một bộ dữ liệu lớn và tiêu chuẩn hóa, bao gồm cả dữ liệu khuôn mặt 3D (*Range Images*), cho phép các nhà nghiên cứu so sánh hiệu suất thuật toán một cách khách quan [Phillips et al., 2005]. *FRGC* đã chính thức hóa *3DFR* như một lĩnh vực nghiên cứu học thuật quan trọng. Bộ dữ liệu Biểu cảm (*BU-3DFE*): Việc phát hành các bộ dữ liệu đa biểu cảm như *BU-3DFE* (khoảng 2006) đã đặt trọng tâm nghiên cứu vào việc phát triển các thuật toán bắt biến với biểu cảm.
 - Phương pháp Hình học Cố điểm Các thuật toán tập trung vào việc khai thác các đặc trưng hình học cố định, được gọi là *Shape-Only Methods* (Phương pháp chỉ dựa trên Hình dạng). Đặc trưng Độ cong (*Curvature-based Features*): Các nhà nghiên cứu sử dụng các phép đo như Độ cong Gaussian hoặc Độ cong Chính tại mỗi điểm trên bề mặt 3D để xác định các khu vực có hình dạng độc đáo (ví dụ: đỉnh mũi, hốc mắt). Phương pháp này nhạy cảm với nhiễu nhưng hiệu quả trong việc tìm kiếm các điểm mốc ổn định. Phương pháp Dựa trên Ảnh Độ sâu (*Range Image Analysis*): Nhiều nghiên cứu đã xử lý ảnh độ sâu (*Depth Map*) như một ảnh 2D, áp dụng các kỹ thuật như *PCA* hoặc *LBP* (*Local Binary Patterns*) để trích xuất đặc trưng. Khớp Căn chỉnh (*Registration*) với *ICP*: Thuật toán Iterative Closest Point (*ICP*) được sử dụng rộng rãi để căn chỉnh (align) các khuôn mặt 3D về cùng một hệ quy chiếu, loại bỏ biến thể về góc nhìn và vị trí.
- Giai đoạn Cách mạng Học sâu (Thập niên 2010 - Hiện tại): Sự ra đời của các thiết bị quét 3D giá rẻ (như *Microsoft Kinect*, 2010) và sự bùng nổ của Học sâu (*Deep Learning*) đã tạo ra bước nhảy vọt về hiệu suất và khả năng ứng dụng.
 - Chuyển đổi sang Học sâu 2.5D Recognition và *CNN* 2D: Ban đầu, do sự phát triển mạnh mẽ của *CNN* 2D, các nhà nghiên cứu tiếp tục chiếu dữ liệu 3D thành ảnh độ sâu (*Depth Map*) và ảnh kết cấu (*Texture Map*) để huấn luyện các kiến

trúc *CNN 2D*. Các mạng này được tối ưu hóa bằng các hàm mất mát như Triplet Loss để học một không gian nhúng đặc trưng (*feature embedding space*) hiệu quả. Xử lý Trực tiếp Dữ liệu 3D: Sự phát triển của các kiến trúc chuyên biệt đã cho phép xử lý trực tiếp dữ liệu 3D thông qua *3D CNNs*: Sử dụng các bộ lọc 3D để xử lý dữ liệu voxel hoặc lưới, mặc dù tốn kém về tính toán. *Point Cloud Networks*: Các kiến trúc như *PointNet* đã tạo ra một cuộc cách mạng bằng cách xử lý trực tiếp đám mây điểm (*Point Cloud*) không có cấu trúc, đảm bảo tính bất biến với sự sắp xếp của các điểm, đạt hiệu suất cao trong nhận dạng hình học.

- Ứng dụng Thương mại và Chống Giả mạo Sự phổ biến của Cảm biến Chiều sâu: Việc tích hợp cảm biến 3D (ví dụ: hệ thống Face ID của Apple từ 2017) vào thiết bị di động đã đưa *3DFR* từ phòng thí nghiệm ra thị trường tiêu dùng. Chống Giả mạo (*Anti-Spoofing*): Đặc trưng hình học 3D là phương pháp hiệu quả nhất để phân biệt khuôn mặt sống (*live face*) với ảnh 2D, video hoặc mặt nạ 3D (*Presentation Attack Detection - PAD*). Điều này đã trở thành một yêu cầu tiêu chuẩn cho các hệ thống sinh trắc học hiện đại.

2.1.1.3 Đặc điểm

Bảng 2.1.1.3.1 Bảng so sánh công nghệ 2D và 3D

Tiêu chí	Nhận diện Khuôn mặt 2D (2DFR)	Nhận diện Khuôn mặt 3D (3DFR)
Dữ liệu Đầu vào	Ảnh quang phổ 2D (<i>Intensity Image</i>).	Dữ liệu hình học 3D (<i>Depth Map, Point Cloud, Mesh</i>) và thường kết hợp với ảnh kết cấu (<i>Texture Map</i>).
Độ nhạy với Ánh sáng	Rất nhạy cảm. Sự thay đổi cường độ hoặc hướng ánh sáng làm thay đổi đáng kể giá trị pixel, ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu suất.	Bất biến (<i>Invariant</i>). Hình dạng hình học 3D là một đặc trưng nội tại, không bị ảnh hưởng bởi ánh sáng môi trường.

Độ nhạy với Góc nhìn (Pose)	Rất nhạy cảm. Cần các thuật toán phức tạp (như <i>Face Alignment, Pose Normalization</i>) để chuẩn hóa khuôn mặt về góc nhìn thẳng.	Ít nhạy cảm hơn. Dữ liệu 3D cho phép căn chỉnh hình học hiệu quả hơn bằng các thuật toán như <i>ICP (Iterative Closest Point)</i> .
Độ nhạy với Biểu cảm	Nhạy cảm. Biểu cảm làm biến dạng các đặc trưng khuôn mặt (ví dụ: mở miệng, nhíu mày), đòi hỏi thuật toán phải học được các đặc trưng bất biến.	Bất biến hơn. 3DFR có thể sử dụng các kỹ thuật như <i>3D Morphable Model (3DMM)</i> để tách biệt thành phần hình dạng (<i>identity</i>) khỏi thành phần biểu cảm.
Khả năng Chống Giả mạo (Anti-Spoofing/PAD)	Kém. Dễ dàng bị đánh lừa bởi ảnh in 2D, video phát lại (dễ xảy ra <i>Presentation Attack</i>).	Rất mạnh mẽ. Phân biệt khuôn mặt thật (có độ sâu, cấu trúc 3D) với mặt nạ hoặc ảnh 2D, do dữ liệu 3D cung cấp thông tin “sự sống” (<i>liveness</i>).
Thiết bị Thu thập	Camera tiêu chuẩn, camera giám sát (giá rẻ, phổ biến).	Cảm biến độ sâu chuyên dụng (<i>Structured Light, ToF, Active Stereo</i>), ví dụ: <i>Kinect, camera 3D</i> trên smartphone.
Độ phức tạp Thuật toán	Thuật toán tập trung vào nhận dạng mẫu (<i>pattern recognition</i>) trên ảnh 2D (ví dụ: <i>CNN, LBP</i>).	Thuật toán phức tạp hơn, bao gồm xử lý đám mây điểm, đăng ký hình học (<i>ICP</i>) và <i>3D CNNs/PointNet</i> .
Hiệu suất thực tế	Hiệu suất rất cao trong điều kiện lý tưởng/tốt, nhưng giảm mạnh trong	Hiệu suất rất ổn định trong nhiều điều kiện môi trường (ánh sáng, pose) nhờ tính bất biến của hình học.

	điều kiện môi trường khắc nghiệt.	
--	-----------------------------------	--

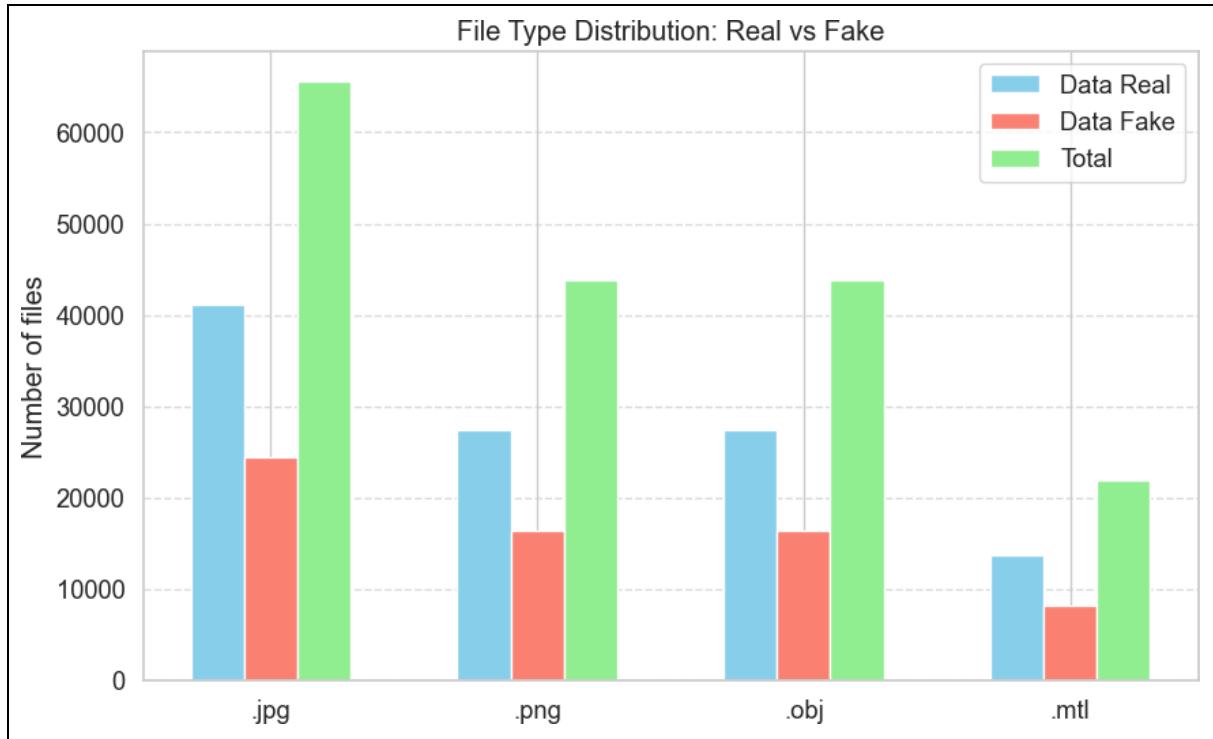
2.1.1.4 Thu thập dữ liệu

Trong khóa luận này, bộ dữ liệu đóng vai trò then chốt trong việc huấn luyện và đánh giá hiệu quả của mô hình học sâu đa nhiệm. Nhóm nghiên cứu đã lựa chọn dữ liệu từ nhiều nguồn uy tín và đa dạng nhằm đảm bảo mô hình học được các đặc trưng phong phú về khuôn mặt, bao gồm các góc nhìn, biểu cảm, độ tuổi, và sắc tộc khác nhau.

Nguồn chính: bộ dữ liệu *300W_LP*, phát triển bởi nhóm tác giả bài báo *Face Alignment Across Large Poses: A 3D Solution*, cung cấp hơn 61.000 ảnh khuôn mặt. Bộ dữ liệu này bao quát nhiều góc nhìn và biểu cảm, là cơ sở để huấn luyện mô hình nhận diện khuôn mặt trong các điều kiện thực tế đa dạng.

Nguồn bổ sung: bộ dữ liệu *FaceForensics++*, sẵn có trên nền tảng *Kaggle*, được sử dụng để huấn luyện mô hình nhận diện các ảnh giả mạo do AI tạo ra hoặc ảnh đã qua chỉnh sửa. Việc bổ sung dữ liệu này giúp mô hình không chỉ nhận diện khuôn mặt thật mà còn phát hiện được các tác nhân giả mạo.

Tất cả ảnh được chuẩn hóa thông qua công cụ *DECA*, chuyển đổi từ ảnh 2D sang các dạng đặc trưng 3D, bao gồm ảnh *RGB*, bản đồ chiều sâu, lưới mặt 3D và bản đồ pháp tuyến. Sự kết hợp này giúp mô hình học được nhiều lớp đặc trưng khác nhau, tăng khả năng khai quật hóa và cải thiện độ chính xác trong các tình huống thực tế.



Hình 2.1.1.4.1 Biểu đồ phân phối dữ liệu sau khi sử dụng DECA

Biểu đồ trên thể hiện phân phối số lượng tệp theo từng loại định dạng được dùng trong mô hình, được phân chia thành hai nhóm: data *Real* (dữ liệu thật), data *Fake* (dữ liệu giả, thường do thuật toán hoặc hệ thống tạo ra). Trong đó, có bốn loại tệp được thống kê gồm: .jpg, .png (file màu sắc khuôn mặt), .obj (file định dạng mô hình 3D), và .mtl (file định nghĩa vật liệu (material) cho mô hình 3D). Ở cả 4 loại tệp, dữ liệu thật luôn có số lượng cao hơn dữ liệu giả. Điều này cho thấy bộ dữ liệu bị lệch nhẹ về phía dữ liệu thật (*Real-dominant*)

2.1.1.5 Tiền xử lý dữ liệu

Bộ dữ liệu khuôn mặt 3D bao gồm hai thành phần chính: ảnh *RGB 3D* và bản đồ chiều sâu (*depth map*). Tuy nhiên, do chất lượng thu thập dữ liệu từ các thiết bị khác nhau, bản đồ chiều sâu thường có độ phân giải thấp, xuất hiện lỗ trống, nhiễu hoặc các điểm nhọn, trong khi ảnh *RGB* cũng có thể bị nhiễu do ánh sáng, phản xạ hoặc điều kiện chụp không đồng đều.

Để đảm bảo dữ liệu đầu vào có chất lượng cao và tối ưu hóa hiệu suất mô hình, các bước tiền xử lý được thực hiện một cách chi tiết và tuần tự:

- **Điền lỗ trống (Filling voids)**

Lỗ trống (*void*) là các *pixel* nền xuất hiện trong vùng tiền cảnh, thường do cảm biến 3D không thu nhận được dữ liệu tại một số điểm nhất định. Nếu không xử lý, các lỗ trống này có thể gây nhiễu đáng kể khi trích xuất đặc trưng hoặc tái tạo mô hình 3D, làm giảm độ chính xác của mạng học sâu.

Phương pháp lọc trung vị (*Median Filter*) được sử dụng để điền lỗ trống, bởi nó vừa loại bỏ nhiễu, vừa giữ nguyên biên ảnh quan trọng. Nguyên tắc hoạt động như sau: Với mỗi pixel rõ ràng, thuật toán tìm kiếm các pixel lân cận cho đến khi thu được ít nhất 5 pixel chứa giá trị chiều sâu hợp lệ, sau đó áp dụng lọc trung vị trong vùng lân cận để điền giá trị cho pixel đó. Công thức tính giá trị pixel điền lỗ trống:

$$f_{ks} = \text{Median}\{ f_{ij} \mid (i, j) \in \mathcal{N} \} \quad (1)$$

Trong phương pháp điền lỗ trống, f_{ks} đại diện cho giá trị chiều sâu tại pixel (k,s) sau khi đã được xử lý. Các giá trị f_{ij} là giá trị chiều sâu của các pixel lân cận nằm trong vùng \mathcal{N} , thường được chọn là một ma trận 5×5 pixel xung quanh pixel cần điền. Ý nghĩa của bước này là khi một pixel trong bản đồ chiều sâu bị trống (*void*), giá trị của nó sẽ được thay thế bằng giá trị trung vị của các *pixel* lân cận. Việc sử dụng lọc trung vị không chỉ giúp loại bỏ các nhiễu ngẫu nhiên mà còn giữ nguyên các biên sắc nét trên khuôn mặt, chẳng hạn như biên mắt, mũi, từ đó đảm bảo bản đồ chiều sâu liền mạch và chính xác hơn cho các bước trích xuất đặc trưng tiếp theo.

Tác động: Giúp bản đồ chiều sâu trở nên liền mạch, tránh các *pixel* rỗng gây sai lệch trong trích xuất đặc trưng 3D.

- ***Khử nhiễu (Denoising)***

Nhiễu xuất hiện trong ảnh 3D thường là nhiễu *Gaussian*, nhiễu muối và tiêu, hoặc các nhiễu đặc trưng của cảm biến 3D. Bài toán khử nhiễu có thể được biểu diễn dưới dạng toán học:

$$y = x + e$$

Trong đó y là ảnh gốc có nhiễu, x là ảnh sạch, và e là nhiễu. Mục tiêu là tìm x gần nhất với y mà vẫn giữ nguyên các đặc trưng hình học quan trọng.

Trong bài khóa luận này, *Bilateral Filter* được áp dụng, vì nó vừa khử nhiễu hiệu quả, vừa bảo toàn các biên sắc nét và chi tiết quan trọng, đặc biệt là các biên mặt, mũi, miệng và các đặc trưng nhỏ khác trong bản đồ chiều sâu.

- **Loại bỏ điểm nhọn (Removing sharp points)**

Điểm nhọn là những *pixel* không thuộc khuôn mặt, ví dụ: tai, tóc, quần áo, thường xuất hiện do thiết bị thu nhận chiều sâu. Chúng có tác động ít trên ảnh *RGB*, nhưng gây nhiễu mạnh trên bản đồ chiều sâu, ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình trích xuất đặc trưng *3D*.

Thuật toán xác định các điểm nhọn bằng cách tính giá trị kỳ vọng và độ lệch chuẩn trong vùng lân cận 10 pixel. Nếu độ lệch tuyệt đối giữa giá trị *pixel* và giá trị kỳ vọng ≥ 0.8 độ lệch chuẩn, *pixel* đó được coi là điểm nhọn và bị loại bỏ.

Quá trình này giúp bản đồ chiều sâu trở nên gọn gàng và đồng nhất, chỉ giữ lại các đặc trưng thực sự của khuôn mặt, từ đó tăng chất lượng trích xuất đặc trưng *3D*.

- **Huấn luyện trích xuất đặc trưng khuôn mặt 3D dựa trên học sâu**

Mạng *R-Net* dựa trên học sâu sử dụng loss giữa ảnh *2D* chiều từ mô hình *3D* dự đoán và ảnh *2D* đầu vào để huấn luyện mạng thông qua *backpropagation*, tái tạo mô hình *3D* chính xác. Mạng dự đoán 239 tham số liên quan đến khuôn mặt *3D*, gồm hệ số hình dạng, biểu cảm, chiều sáng. Loss kết hợp được tính toán để huấn luyện mạng.

Mô hình *3DMM* từ *BFM* được sử dụng trong huấn luyện:

$$S_{\text{exp}} = S_{\text{id}} + B_s^\alpha + B_{\text{exp}}^\beta \quad (2)$$

$$T = T_0 + B_t^\delta \quad (3)$$

Trong đó, *S* và *T* là hình dạng và kết cấu khuôn mặt trung bình, α , β , δ là các hệ số điều chỉnh theo danh tính, biểu cảm và kết cấu, cho phép mô hình tái tạo khuôn mặt *3D* với chi tiết và độ chính xác cao.

• **Loss function của mạng**

Loss của *R-Net* chia thành 3 phần:

Thứ nhất: Image-level loss: gồm skin color loss và key point loss.

Skin color loss:

$$L_{photo}(x) = \frac{\sum_{i \in M} A_i \|I_i - I'_i(x)\|_2}{\sum_{i \in M} A_i} \quad (4)$$

I là màu pixel ảnh đầu vào, I' là màu pixel trên ảnh chiếu, M là vùng khuôn mặt, A là độ tin cậy màu da:

$$A = \begin{cases} 1 & P_i > 0.5 \\ P_i & other \end{cases} \quad (5)$$

Key point loss:

$$L_{lan}(x) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \omega_n \|q_n - q'_n(x)\|^2 \quad (6)$$

Trong đó:

- N: số lượng điểm mốc (*landmarks*) trên khuôn mặt, ví dụ mắt, mũi, miệng.
- q_n : tọa độ điểm mốc trên ảnh gốc.
- q'_n : tọa độ điểm mốc trên ảnh chiếu từ mô hình 3D.
- ω_n : trọng số cho từng điểm, ví dụ: môi và mũi nặng hơn (20) các điểm còn lại (1).

Đảm bảo các điểm quan trọng trên khuôn mặt được tái tạo chính xác, từ đó cải thiện độ chính xác tổng thể của mô hình 3D.

Thứ 2: Perceptual loss: giảm ảnh hưởng ánh sáng yếu bằng cách so sánh vector đặc trưng của ảnh đầu vào và ảnh chiếu:

$$L_{per}(x) = 1 - \frac{\langle f(I), f(I'(x)) \rangle}{\|f(I)\| \cdot \|f(I'(x))\|} \quad (7)$$

Thứ 3: Regularization loss: ngăn overfitting:

$$L_{coef}(x) = \omega_\alpha \|\alpha\|^2 + \omega_\beta \|\beta\|^2 + \omega_\gamma \|\delta\|^2 \quad (8)$$

Trong đó:

- α : hệ số danh tính (*shape*).
- β : hệ số biểu cảm (*expression*).
- δ : hệ số kết cấu (*texture*).
- $\omega_\alpha, \omega_\beta, \omega_\delta$: trọng số điều chỉnh ảnh hưởng từng hệ số.

Nhằm ngăn overfitting, giúp mô hình không học quá mức trên dữ liệu huấn luyện, duy trì khả năng tổng quát.

Thứ 4: *Texture loss*: chỉ tập trung vào vùng da (má, mũi, trán):

$$L_{tex}(x) = \sum_{R \in \{r, g, b\}} \text{var}(T_R(x)) \quad (9)$$

Trong đó:

- R: vùng da quan trọng (má, mũi, trán).
- $T_R(x)$: màu và kết cấu vùng da trong mô hình.
- $\text{Var}(\cdot)$: hàm măt măt dựa trên phương sai, đo sự khác biệt giữa các pixel.

Giúp tái tạo kết cấu và màu sắc da chính xác, đồng thời loại bỏ vùng không quan trọng như tai, cổ.

- **Hàm Loss của Anti-Spoof**

$$L_{BCE} = -[y \log(\hat{y}) + (1 - y) \log(1 - \hat{y})] \quad (10)$$

Trong đó:

- L_{BCE} : Giá trị hàm măt măt *Binary Cross-Entropy*.
- y : Nhăt thực tế (*Ground Truth*), với $y \in \{0, 1\}$.
 - $y=1$: Ảnh thật (Real).
 - $y=0$: Ảnh giả mạo (Fake/Spoof).
- \hat{y} : Xác suất dự đoán của mô hình cho lớp $y=1$ (Ảnh thật), với $\hat{y} \in [0, 1]$.

Khi nhãn thực tế $y=1$, công thức trở thành $L_{BCE} = -\log(\hat{y})$. Hàm măt măt sẽ cao nếu \hat{y} nhỏ (mô hình dự đoán sai là giả mạo). Khi nhãn thực tế $y=0$, công thức trở thành $L_{BCE} = -\log(1-\hat{y})$. Hàm măt măt sẽ cao nếu \hat{y} lớn (mô hình dự đoán sai là thật).

Hàm măt măt cho nhánh phát hiện giả mạo (*Spoof Head Loss*): Đối với nhánh phân loại nhị phân (Real với Fake), nhóm nghiên cứu sử dụng hàm măt măt *Binary Cross-Entropy (BCE) Loss*. Hàm này được tính toán dựa trên xác suất đầu ra của lớp dự đoán so với nhãn thực tế, giúp tối ưu hóa khả năng phân biệt giữa ảnh thật và các loại tấn công giả mạo (in ảnh, video replay, deepfake). Tổng hàm măt măt của toàn bộ mạng đa nhánh

được xác định là tổng có trọng số của *ArcFace Loss* (nhận diện) và *BCE Loss* (chống giả mạo).

- **Trích xuất đặc trưng 3D**

Mục tiêu của bước này là trích xuất các đặc trưng có tính phân biệt cao từ ảnh *RGB*, để phục vụ nhận diện khuôn mặt *3D* ngay cả khi:

- Khuôn mặt bị che khuất (ví dụ: tóc, khẩu trang, mũ).
- Điều kiện ánh sáng yếu hoặc không đồng đều.

Trong mạng *R-Net*:

- Block 1–3 trích xuất các đặc trưng tổng quát, phản ánh kết cấu khuôn mặt, hình dạng cơ bản, các đặc trưng địa phương như vùng mắt, mũi, miệng.
- Block 4 trích xuất các đặc trưng trừu tượng, mang tính phân biệt cao, hỗ trợ nhận dạng danh tính và biểu cảm.

Các feature map từ các block khác nhau được kết hợp, tạo embedding cuối cùng, giúp mô hình nhận diện khuôn mặt hiệu quả trong các điều kiện thực tế phức tạp, từ ánh sáng yếu, góc nhìn khác nhau đến các tình huống khuôn mặt bị che khuất.

2.1.2. Mã QR trong hệ thống điểm danh

2.1.2.1 Mã QR code là gì?

Mã QR là viết tắt của mã phản hồi nhanh (*Quick response code*), hoặc có thể gọi là mã vạch ma trận. Đây là một dạng thông tin được mã hóa để hiển thị sao cho máy có thể đọc được.

2.1.2.2 Đặc điểm

Mã QR được phát triển vào những năm 1990 là một phiên bản cải tiến của mã vạch truyền thống. Mã vạch truyền thống là một loạt các thanh liền kề nhau và chỉ có thể chứa tối đa 20 ký tự số, trong khi mã QR có thể chứa tới 7.089 ký tự số và 4.296 ký tự chữ và số. Điều này cho phép truyền tải nhiều thông tin hơn, hỗ trợ người dùng tốt hơn.

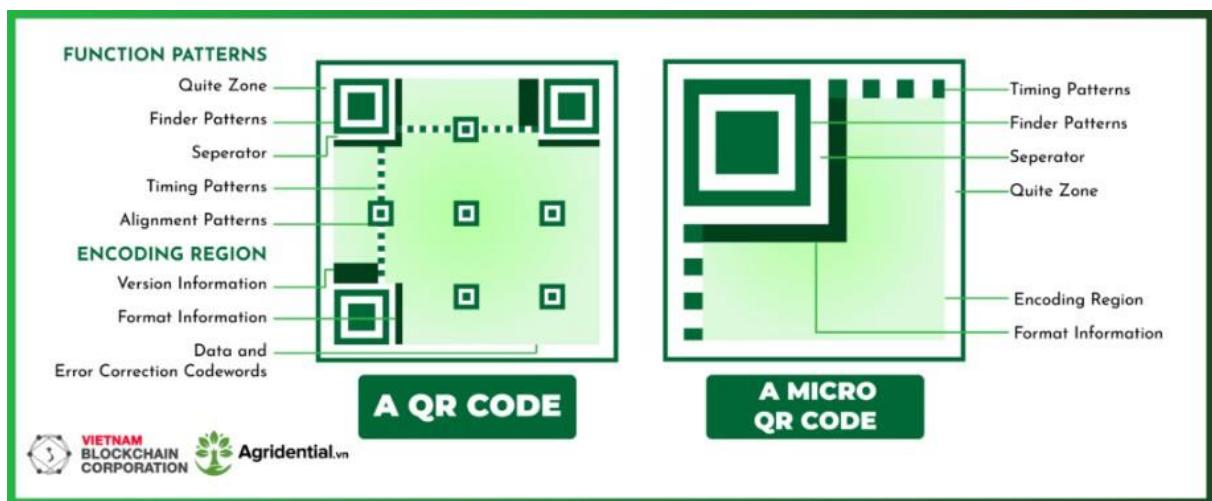
Các đặc tính kỹ thuật của mã QR đã được công bố bởi hai tổ chức tiêu chuẩn quốc tế, Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế (*ISO*) và Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (*IEC*), thành

tiêu chuẩn quốc tế *ISO/IEC 18004:2000* (hiện tại là *ISO/IEC 18004:2015*). Việt Nam có tiêu chuẩn quốc gia về mã QR, *TCVN 7322:2009* (chấp nhận *ISO/IEC 18004:2006*).

2.1.2.3 Cấu trúc

Mã QR là một mã vạch hai chiều (*2D*), bao gồm các ô vuông màu đen được sắp xếp trong một lưới (ma trận) trên nền trắng. Mã QR có khả năng lưu trữ thông tin gấp hàng trăm lần với nhiều định dạng ký tự khác nhau.

Mỗi mã QR sẽ được xây dựng từ các mô-đun vuông được đặt trong một mảng vuông lớn, bao gồm vùng Mã hóa và các Mẫu Chức năng, cụ thể là Mẫu Định vị, Dải phân cách, Mẫu Thời gian, Mẫu Căn chỉnh. Các mẫu chức năng này trong mã hóa dữ liệu. Mã sẽ được bao quanh trên cả bốn mặt bởi một Vùng Yên tĩnh với đường viền khép kín.



Hình 2.1.2.3.1 Cấu trúc của QR code

Cấu trúc Mã QR (*A QR Code*) Mã QR tiêu chuẩn được thiết kế để lưu trữ lượng dữ liệu lớn và có khả năng chống lỗi cao.

Mô hình chức năng (*Function Patterns*): Đây là các thành phần cố định giúp máy quét xác định vị trí, căn chỉnh và kích thước của mã:

- Vùng yên tĩnh (*Quite Zone*): Là vùng trống bao quanh mã QR. Vùng này tối thiểu phải rộng bốn mô-đun (ô vuông nhỏ nhất) để máy quét có thể nhận diện rõ ràng ranh giới của mã.

- Mô hình tìm kiếm (*Finder Patterns*): Ba hình vuông đồng tâm nằm ở ba góc của mã (trên trái, trên phải và dưới trái). Chúng giúp máy quét xác định hướng và vị trí của mã QR, đảm bảo mã có thể được quét từ bất kỳ góc độ nào.
- Bộ phân cách (*Separator*): Các đường kẻ mảnh nằm giữa mô hình tìm kiếm và vùng mã hóa. Chúng giúp máy quét phân biệt rõ ràng hai thành phần này.
- Mô hình Thời gian (*Timing Patterns*): Các mô-đun xen kẽ màu đen và trắng, tạo thành một đường thẳng nằm giữa mô hình tìm kiếm. Chúng cung cấp hệ thống tọa độ và cho phép máy quét xác định mật độ của các mô-đun.
- Mô hình Căn chỉnh (*Alignment Patterns*): Các hình vuông đồng tâm nhỏ hơn, nằm rải rác trong mã (trừ phiên bản thấp). Chúng chỉ xuất hiện từ phiên bản 2 trở lên và giúp máy quét điều chỉnh độ nghiêng hoặc biến dạng của mã khi nó được in trên bề mặt cong hoặc bị nhau.
- Vùng mã hóa (*Encoding Region*): Đây là vùng chứa thông tin về cách thức mã hóa và dữ liệu thực tế:
- Thông tin phiên bản (*Version Information*): Chỉ xuất hiện từ phiên bản 7 trở lên. Vùng này là một dãy các mô-đun mã hóa phiên bản của mã QR (ví dụ: phiên bản 10x10, 20x20).
- Thông tin định dạng (*Format Information*): Khu vực gần mô hình tìm kiếm, mã hóa thông tin về mức độ sửa lỗi (*Error Correction Level*) và mô hình mặt nạ (*Mask Pattern*) được sử dụng trong mã.
- Dữ liệu và từ mã sửa lỗi (*Data and Error Correction Codewords*): Đây là khu vực chính chứa dữ liệu thực tế mà người dùng muốn mã hóa và các từ mã dư thừa (*redundant codewords*) được tạo ra bằng thuật toán *Reed-Solomon* để khôi phục dữ liệu nếu mã bị hư hỏng một phần.
- Cấu trúc Mã Micro QR (*A Micro QR Code*): Mã Micro QR là một phiên bản nhỏ hơn, chỉ có một mô hình tìm kiếm và được sử dụng cho việc mã hóa lượng dữ liệu rất nhỏ, thường thấy trong các ứng dụng sản xuất linh kiện.
- Mô hình chức năng đo kích thước nhỏ, Mã Micro QR chỉ có các mô hình sau:
Vùng yên tĩnh (*Quite Zone*): Tương tự như Mã QR, đây là vùng trống bao quanh

mã. Mô hình tìm kiếm (*Finder Patterns*): Chỉ có một hình vuông đồng tâm nằm ở góc trên bên trái để định vị mã. Bộ phân cách (*Separator*): Nằm bên cạnh mô hình tìm kiếm duy nhất. Mô hình thời gian (*Timing Patterns*): Một hàng hoặc một cột các mô-đun xen kẽ, chỉ chạy dọc theo hai cạnh tiếp giáp với mô hình tìm kiếm.

- Vùng mã hóa vùng mã hóa (*Encoding Region*): Chứa các mô-đun dữ liệu và sửa lỗi. Thông tin định dạng (*Format Information*): Khu vực nhỏ nằm gần mô hình tìm kiếm, mã hóa mức sửa lỗi và mặt nạ. Mã Micro QR không có thông tin phiên bản rõ ràng vì số lượng phiên bản của nó rất ít.

2.2. Các công nghệ sử dụng

2.2.1. Flutter

2.2.1.1. Tổng quan

Flutter là một framework phát triển giao diện di động do *Google* phát triển, cho phép xây dựng ứng dụng chất lượng cao trên cả hai nền tảng *iOS* và *Android* chỉ với một bộ mã nguồn duy nhất. Đây là công cụ mã nguồn mở, hoàn toàn miễn phí, được cộng đồng phát triển mạnh mẽ và liên tục cập nhật. Flutter được xây dựng dựa trên ngôn ngữ lập trình *Dart*, giúp các lập trình viên dễ dàng tạo ra ứng dụng có tốc độ cao, giao diện trực quan và trải nghiệm người dùng mượt mà^[1].



Hình 2.2.1.1.1 Logo Flutter

Nguồn: Internet

2.2.1.2. Lý do lựa chọn

Có nhiều framework phát triển ứng dụng di động đa nền tảng như *React Native*, *Ionic*, *Xamarin*, nhưng Flutter được ưu tiên lựa chọn vì một số lý do nổi bật:

- Ứng dụng tạo ra bằng *Flutter* có giao diện và hiệu năng gần như tương đương ứng dụng native, nhờ khả năng biên dịch trực tiếp xuống mã máy.

- Hỗ trợ đa nền tảng tốt: chỉ cần chỉnh sửa nhỏ, ứng dụng có thể chạy trên cả *Android* và *iOS*.
- Hiệu năng cao: giao diện được hiển thị ở tốc độ 60fps, mượt hơn so với nhiều framework khác.
- Ngôn ngữ *Dart*: hướng đối tượng, cú pháp đơn giản, tích hợp nhiều tính năng hiện đại như generic, isolate, static type, hỗ trợ lập trình nhanh và an toàn.
- Hệ sinh thái widget phong phú: Flutter cung cấp sẵn các widget theo chuẩn *Material Design (Google)* và *Cupertino (Apple)*, giúp thiết kế giao diện chuyên nghiệp, đồng bộ.
- Công cụ phát triển thân thiện: có thể lập trình dễ dàng với các *IDE* như *Android Studio*, tích hợp tốt với plugin hỗ trợ.

2.2.1.3. Đặc điểm nổi bật

- Phát triển nhanh (*Fast Development*): Tính năng *Hot Reload* cho phép hiển thị ngay các thay đổi trong vài mili-giây mà không cần chạy lại toàn bộ ứng dụng, giúp tiết kiệm nhiều thời gian khi thêm tính năng hoặc sửa lỗi.
- UI linh hoạt và sinh động (*Expressive và Flexible UI*): hỗ trợ nhiều widget tùy biến, hiệu ứng chuyển động, cuộn mượt và hoạt ảnh trực quan, mang lại trải nghiệm người dùng tốt.
- Hiệu năng gần như native (*Native Performance*): Flutter không phụ thuộc vào thành phần giao diện gốc mà tự kết xuất (*render*) toàn bộ UI, nhờ đó có thể tối ưu hiệu năng trên từng nền tảng, từ điều hướng, phông chữ, icon đến hiệu ứng chuyển cảnh.

2.2.1.4. Nguyên lý hoạt động

Flutter hoạt động dựa trên cơ chế *render UI* trực tiếp, thay vì phụ thuộc vào các thành phần giao diện gốc của hệ điều hành như *React Native* hay *Ionic*. Cụ thể, *Flutter* sử dụng engine đồ họa *Skia* để vẽ toàn bộ giao diện ứng dụng từ các widget. Điều này giúp giao diện trên *Android* và *iOS* hiển thị giống nhau, không bị phụ thuộc vào cách hệ điều hành xử lý *UI*.

Khi lập trình viên viết code bằng ngôn ngữ *Dart*, mã nguồn sẽ được biên dịch thành ngôn ngữ máy gốc (*native code*) thông qua cơ chế *Ahead-of-Time (AOT)*, nhờ đó ứng dụng đạt hiệu năng cao và chạy mượt mà ở tốc độ 60fps. Đồng thời, trong giai đoạn phát

triển, Flutter hỗ trợ *Just-in-Time (JIT)* compilation cho phép sử dụng tính năng *Hot Reload* – tức là thay đổi giao diện hoặc logic và thấy ngay kết quả trên màn hình mà không cần khởi động lại ứng dụng.

Nguyên lý này giúp *Flutter* vừa đảm bảo tốc độ phát triển nhanh, vừa giữ được hiệu năng cao và giao diện đồng nhất trên nhiều nền tảng khác nhau.

2.2.2. Django

2.2.2.1. Tổng quan

Django là một web framework full-stack viết bằng *Python*, được thiết kế theo triết lý “batteries included”, tức là tích hợp sẵn nhiều công cụ hỗ trợ phát triển. Django thường được dùng để xây dựng cả ứng dụng web lẫn API. Với cấu trúc theo mô hình *MTV (Model – Template – View)*, *Django* giúp lập trình viên phát triển ứng dụng có tổ chức, dễ mở rộng và dễ bảo trì. Trong hệ thống điểm danh, *Django* chủ yếu đảm nhận vai trò API server, xử lý dữ liệu từ ứng dụng di động (*Flutter*) và giao diện web (*ReactJS*)^[2].



Hình 2.2.2.1.1 Logo Django

Nguồn: Internet

2.2.2.2. Đặc điểm

Ưu điểm:

- Cung cấp sẵn ORM (*Object-Relational Mapping*), cho phép thao tác cơ sở dữ liệu bằng *Python* thay vì *SQL*.
- Có hệ thống *authentication*, *session*, *middleware* tích hợp, giúp triển khai *API* nhanh và bảo mật hơn.
- Bảo mật tốt: hỗ trợ chống *SQL Injection*, *CSRF*, *XSS* ngay từ ban đầu.
- Có admin page mặc định, hỗ trợ quản lý dữ liệu dễ dàng.
- Cộng đồng lớn, nhiều tài liệu, dễ học cho sinh viên và nhà nghiên cứu.

Nhược điểm:

- Tương đối nặng so với các framework “nhẹ” như *Flask* hoặc *FastAPI*.
- Cấu trúc đôi khi hơi cứng nhắc, khó linh hoạt trong dự án nhỏ.
- Đòi hỏi hiểu rõ quy tắc *MTV*, nếu không dễ gặp khó khăn khi mở rộng.

2.2.2.3. Nguyên lý hoạt động

Django là một framework web tuân theo mô hình *MTV* (*Model – Template – View*), có nhiều điểm tương đồng với kiến trúc *MVC*. Khi triển khai *Django* để xây dựng *API*, nó vận hành dựa trên chu trình request – response, trong đó mỗi thành phần đóng một vai trò cụ thể trong việc tiếp nhận, xử lý và phản hồi dữ liệu.

Bước 1: *Request*

Khi một client (ví dụ: ứng dụng *Flutter* hoặc giao diện *ReactJS*) gửi yêu cầu *HTTP* đến server, *Django* sẽ tiếp nhận request này thông qua *WSGI* (*Web Server Gateway Interface*) – một tiêu chuẩn giao tiếp giữa ứng dụng *Python* và web server.

Bước 2: *URL Routing*

Django có cơ chế *URLconf* để định tuyến request. Mỗi *URL* được ánh xạ đến một hàm xử lý (*View*) hoặc một *class-based view*. Nhờ đó, *Django* có thể xác định chính xác logic nào sẽ được thực thi dựa trên request mà người dùng gửi.

Bước 3: *View*

View là nơi chứa logic nghiệp vụ của ứng dụng. Khi một request được chuyển đến *View*, hệ thống sẽ phân tích dữ liệu từ request (tham số, dữ liệu body, headers). Nếu cần, *View* sẽ tương tác với *Model* để truy vấn hoặc cập nhật cơ sở dữ liệu.

Bước 4: *Model*

Django sử dụng *ORM* (*Object Relational Mapping*) để giao tiếp với cơ sở dữ liệu. *ORM* cho phép lập trình viên thao tác dữ liệu bằng *Python* thay vì *SQL* thuận, giúp tăng tính an toàn, dễ bảo trì và tránh lỗi truy vấn thủ công.

Bước 5: *Response*

Sau khi xử lý xong, *View* trả về kết quả. Trong trường hợp xây dựng *API*, phản hồi thường ở dạng *JSON* hoặc *XML* thay vì *HTML*, nhằm phù hợp với các ứng dụng di động hoặc web.

2.2.2.4. Lý do lựa chọn

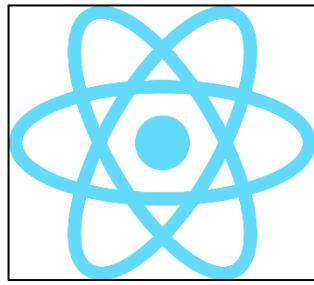
Trong hệ thống điểm danh, *Django* được chọn làm *API* thay vì các công nghệ khác nhờ:

- Tích hợp tốt với *Python* → dễ dàng kết nối với các mô hình *AI* (nhận diện khuôn mặt 3D) viết bằng *PyTorch/OpenCV*
- Phát triển nhanh → *Django REST Framework* cho phép định nghĩa *API endpoints* chỉ trong vài dòng code.
- Bảo mật cao → phù hợp khi hệ thống liên quan đến dữ liệu nhạy cảm như thông tin sinh viên.
- Khả năng mở rộng → dễ phát triển thêm các tính năng quản trị, phân quyền, báo cáo thống kê.
- So với *Flask*: *Django* mạnh hơn cho dự án quy mô vừa và lớn, có sẵn nhiều module thay vì phải tự xây dựng từ đầu.
- So với *Node.js/Express*: *Django* thuận tiện hơn khi tích hợp *AI*, không cần tạo cầu nối giữa *Python* và *JavaScript*.
- So với *FastAPI*: *FastAPI* nhanh hơn, nhưng cộng đồng nhỏ hơn và chưa có nhiều tính năng sẵn có như *Django*.

2.2.3. ReactJS

2.2.3.1. Tổng quan

ReactJS là thư viện *JavaScript* mã nguồn mở do *Facebook* phát triển vào năm 2013, được sử dụng để xây dựng giao diện người dùng (*UI – User Interface*). *ReactJS* hoạt động dựa trên khái niệm *Component-Based Architecture* – chia giao diện thành các thành phần nhỏ (*component*), có thể tái sử dụng và dễ bảo trì. Một đặc điểm nổi bật khác của *ReactJS* là *Virtual DOM*, giúp tăng hiệu suất render khi có sự thay đổi dữ liệu^[3].



Hình 2.2.3.1.1 Logo ReactJS

Nguồn: Internet

2.2.3.2. Đặc điểm

Ưu điểm:

- Tái sử dụng component → giảm trùng lặp code, dễ bảo trì.
- *Virtual DOM* → cập nhật *UI* nhanh, mượt hơn so với thao tác trực tiếp trên *DOM* thật.
- Cộng đồng lớn, thư viện phong phú → dễ dàng tích hợp với *Redux*, *Tailwind CSS*, hoặc thư viện chart.
- Hỗ trợ *SPA (Single Page Application)* → mang lại trải nghiệm mượt mà, không cần reload toàn bộ trang.
- Kết hợp tốt với API → dễ dàng gọi dữ liệu từ *Django/Flask* hoặc các backend khác.

Nhược điểm:

- Chỉ là thư viện *UI* → phải kết hợp thêm công cụ khác (*Redux*, *React Router*) mới thành một framework hoàn chỉnh.
- Học ban đầu khó → cú pháp *JSX*, quản lý state, lifecycle hooks có thể gây khó khăn cho người mới.
- Quá nhiều lựa chọn → hệ sinh thái đa dạng dẫn đến khó quyết định nên dùng thư viện nào cho từng tính năng.

2.2.3.3. Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý cốt lõi của *ReactJS* là điều hướng và cập nhật giao diện dựa trên trạng thái (state):

- Component: Giao diện được chia thành nhiều component nhỏ, mỗi component quản lý riêng dữ liệu và logic của nó.
- State và Props: State dùng để lưu trữ dữ liệu bên trong component, còn Props giúp truyền dữ liệu giữa các component.
- Virtual DOM: Khi state thay đổi, React sẽ cập nhật Virtual DOM trước, sau đó so sánh (diffing) với DOM thật để xác định phần cần thay đổi → chỉ cập nhật những chỗ cần thiết thay vì toàn bộ trang.
- Rendering: React render lại component liên quan và hiển thị ra giao diện người dùng một cách nhanh chóng.
- Tương tác API: ReactJS thường gọi API từ backend (Django/Flask) để lấy dữ liệu và cập nhật giao diện.

2.2.3.4. Lý do chọn ReactJS thay vì framework/library khác

Bảng 2.2.3.4.1 So sánh ReactJS và các framework/library khác

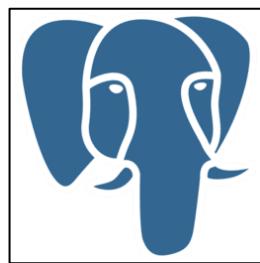
Tiêu chí	ReactJS	Angular	VueJS	Kết luận
Mức độ phổ biến	Cộng đồng lớn, nhiều thư viện hỗ trợ	Nặng, học khó hơn	Dễ học nhưng cộng đồng nhỏ hơn	React phổ biến, dễ tìm tài liệu
Cấu trúc	Linh hoạt, component-based	Ràng buộc chặt, đầy đủ framework	Đơn giản nhưng ít tính năng hơn	React cân bằng giữa linh hoạt và đầy đủ
Hiệu suất	Virtual DOM → nhanh	Nặng do nhiều tính năng	Cũng dùng Virtual DOM nhưng ít tối ưu hơn	React tối ưu tốt cho SPA
Tính mở rộng	Dễ tích hợp thư viện khác	Ít linh hoạt hơn	Nhẹ nhung kém mở rộng	React phù hợp dự án lớn

2.2.4. PgAdmin4

2.2.4.1. Tổng quan

PgAdmin4 là công cụ quản trị chính thức dành cho *PostgreSQL*, một hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (*RDBMS*) mã nguồn mở mạnh mẽ. *PgAdmin4* cung cấp giao diện đồ họa (*GUI*) trực quan, cho phép người dùng dễ dàng quản lý, giám sát và thao tác với cơ sở dữ liệu *PostgreSQL* thay vì chỉ làm việc với lệnh *SQL* thuần. Nó được xây dựng trên nền web, có thể chạy như một ứng dụng desktop hoặc *server-based*.

Trong hệ thống điểm danh bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã *QR*, *PostgreSQL* (kết hợp *PgAdmin4*) có thể được sử dụng để lưu trữ dữ liệu người dùng, thông tin điểm danh, lịch học, dữ liệu mã *QR*, và metadata từ *AI model*^[4].



Hình 2.2.4.1.1 Logo PgAdmin4

Nguồn: Internet

2.2.4.2. Đặc điểm

Ưu điểm:

- Quản lý trực quan: Giao diện dễ sử dụng, hỗ trợ thao tác *CRUD* (*Create – Read – Update – Delete*) nhanh chóng.
- Hỗ trợ tính năng nâng cao của *PostgreSQL*: Như *JSONB*, indexing mạnh, stored procedure, trigger, view, phân mảnh dữ liệu.
- Đa nền tảng: Có thể chạy trên *Windows*, *Linux*, *macOS* và cả qua trình duyệt.
- Hỗ trợ phân quyền: Quản lý user, role, quyền truy cập chi tiết.
- Tích hợp công cụ giám sát: Hiển thị biểu đồ, theo dõi hiệu năng query và trạng thái hệ thống cơ sở dữ liệu

Nhược điểm:

- Nặng hơn *MySQL Workbench*: Do hỗ trợ nhiều tính năng nâng cao nên giao diện và hiệu suất đôi khi chậm.
- Khó tiếp cận với người mới: *PostgreSQL + PgAdmin4* có nhiều khái niệm (schema, tablespace, role) phức tạp hơn so với *MySQL*.
- Yêu cầu cấu hình cao hơn: Cài đặt và chạy trên server lớn đôi khi tốn nhiều tài nguyên hệ thống.

2.2.4.3. Nguyên lý hoạt động

PgAdmin4 hoạt động như một trình client giao tiếp với *PostgreSQL server*.

- Người dùng thao tác trên *GUI* (tạo bảng, query dữ liệu).
- *PgAdmin4* chuyển đổi các thao tác này thành lệnh *SQL* và gửi đến *PostgreSQL* server thông qua giao thức *libpq*.
- *PostgreSQL* xử lý yêu cầu, truy vấn dữ liệu, rồi trả kết quả về cho *PgAdmin4* hiển thị trên giao diện (dạng bảng, biểu đồ, hoặc *JSON*).

Trong trường hợp tích hợp với ứng dụng điểm danh:

- *Flutter* hoặc *ReactJS* gửi request → *Django API*.
- *Django* thông qua *ORM* (*Django ORM* hoặc *SQLAlchemy*) gửi query đến *PostgreSQL*.
- Kết quả được trả về và có thể kiểm tra, giám sát trực tiếp bằng *PgAdmin4*.

2.2.4.4. Lý do lựa chọn

- *PostgreSQL* mạnh mẽ hơn *MySQL* trong xử lý dữ liệu phức tạp, đặc biệt khi cần làm việc với dữ liệu bán cấu trúc (*JSON*, *XML*).
- *PgAdmin4* giúp quản trị dễ dàng, hỗ trợ trực quan hóa dữ liệu và theo dõi hệ thống.
- Phù hợp cho hệ thống quy mô lớn, cần khả năng mở rộng và bảo mật cao như điểm danh bằng *AI*.
- So với các công cụ khác như *MySQL Workbench*, *PgAdmin4* nổi bật nhờ khả năng xử lý nhiều schema trong một database, phân quyền chi tiết hơn, và tích hợp các công cụ phân tích mạnh.

Bảng 2.2.4.4.1 So sánh PostgreSQL và MySQL

Tiêu chí	PostgreSQL	MySQL
Mô hình	<i>RDBMS</i> (quan hệ) + <i>ORDBMS</i> (hướng đối tượng). Hỗ trợ dữ liệu quan hệ và phi quan hệ (<i>JSON</i> , <i>XML</i>).	<i>RDBMS</i> thuần, tập trung vào dữ liệu quan hệ truyền thống.
Chuẩn SQL	Tuân thủ chặt chẽ chuẩn <i>SQL</i> , hỗ trợ nhiều tính năng nâng cao (<i>CTE</i> , <i>Window Functions</i> , <i>Trigger</i> phúc tạp, <i>Stored Procedure</i>).	Tuân thủ chuẩn <i>SQL</i> ở mức cơ bản, nhiều tính năng nâng cao bị giới hạn.
Hỗ trợ dữ liệu	Đa dạng: số, chuỗi, <i>JSON/JSONB</i> , <i>XML</i> , mảng, <i>UUID</i> , kiểu dữ liệu địa lý (<i>PostGIS</i>).	Chủ yếu tập trung vào số, chuỗi, ngày giờ. Hỗ trợ <i>JSON</i> nhưng kém linh hoạt hơn <i>PostgreSQL</i> .
Hiệu năng	Tối ưu tốt cho truy vấn phức tạp, dữ liệu lớn. Có nhiều cơ chế indexing (<i>B-tree</i> , <i>Hash</i> , <i>GIN</i> , <i>GIST</i> , <i>BRIN</i>).	Hiệu năng rất cao cho truy vấn đơn giản và nhiều transaction nhỏ, nhưng không tối ưu khi dữ liệu cực lớn hoặc query phức tạp.
Tính toàn vẹn dữ liệu	Rất mạnh nhờ tuân thủ <i>ACID</i> nghiêm ngặt, hỗ trợ foreign key, check constraint, trigger phức	Tuân thủ <i>ACID</i> nhưng ít cơ chế kiểm soát nâng cao bằng <i>PostgreSQL</i> .

	tập.	
Khả năng mở rộng	Hỗ trợ song song hóa query, sharding, replication nâng cao. Phù hợp cho hệ thống lớn.	Chủ yếu replication master-slave. Mở rộng quy mô lớn khó khăn hơn.
Khả năng tùy biến	Cho phép tạo hàm người dùng (<i>UDFs</i>), kiểu dữ liệu mới, index tùy chỉnh.	Hạn chế trong việc mở rộng, ít hỗ trợ <i>UDFs</i> và custom index.
Bảo mật	Hỗ trợ xác thực đa dạng (<i>LDAP, GSSAPI, SSPI, SCRAM-SHA-256</i>), phân quyền chi tiết.	Hỗ trợ xác thực cơ bản (user/password), phân quyền đơn giản hơn.
Cộng đồng và tài liệu	Lớn, mạnh mẽ trong lĩnh vực học thuật, doanh nghiệp lớn, dữ liệu phức tạp.	Rộng rãi hơn trong web/app nhỏ và trung bình (<i>WordPress, Laravel, PHP</i>).
Ứng dụng điển hình	Đa dạng: số, chuỗi, <i>JSON/JSONB, XML, mảng, UUID</i> , kiểu dữ liệu địa lý (<i>PostGIS</i>).	Website thương mại điện tử, blog, <i>CMS</i> , ứng dụng nhỏ – trung bình.

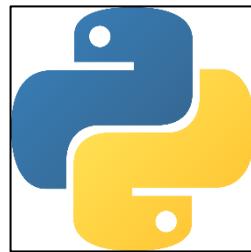
2.2.5. Python libraries

2.2.5.1. Tổng quan

Python được coi là ngôn ngữ hàng đầu cho *AI* và *Machine Learning* nhờ hệ sinh thái thư viện phong phú, dễ sử dụng và cộng đồng phát triển mạnh mẽ. Trong hệ thống điểm

danh bằng nhận diện khuôn mặt 3D kết hợp mã QR, các thư viện *Python* đóng vai trò quan trọng ở nhiều bước^[5]:

- Xử lý ảnh và dữ liệu (*OpenCV, NumPy, Pandas*).
- Xây dựng và huấn luyện mô hình (*PyTorch, TensorFlow, Keras*).
- Trích xuất đặc trưng và nhận diện (*Scikit-learn, Dlib, Face_recognition*).
- Tích hợp API (*Flask, Django REST Framework*).



Hình 2.2.5.1.1 Logo Python

Nguồn: Internet

2.2.5.2. Công nghệ 3D

Ưu điểm

- Đa dạng và phong phú: Có sẵn nhiều thư viện cho từng giai đoạn (tiền xử lý, huấn luyện, triển khai).
- Cộng đồng mạnh: Hàng triệu lập trình viên, tài liệu phong phú, nhiều mô hình pretrained miễn phí.
- Tính mở rộng: Có thể kết hợp nhiều thư viện để giải quyết các bài toán phức tạp (ví dụ PyTorch + OpenCV).
- Tối ưu GPU: Các thư viện như *TensorFlow, PyTorch* hỗ trợ *CUDA*, cho phép huấn luyện nhanh hơn trên *GPU*.
- Tích hợp dễ dàng: Kết nối tốt với framework backend (*Django/Flask*) để triển khai *API*.

Nhược điểm

- Nặng và tốn tài nguyên: Các thư viện deep learning yêu cầu cấu hình máy mạnh (*RAM, GPU*).
- Độ phức tạp cao: Việc tinh chỉnh mô hình AI cần nhiều kiến thức chuyên sâu.

- Khó triển khai trên mobile: *Model AI* thường phải nén hoặc convert sang định dạng nhẹ (*TensorFlow Lite*, *ONNX*) để chạy trên ứng dụng di động.
- Tính ổn định: Một số thư viện cập nhật nhanh, dễ gây xung đột phiên bản.

Nguyên lý hoạt động trong

Các thư viện *AI* trong *Python* thường hoạt động dựa trên quy trình:

Thứ 1: Tiên xử lý dữ liệu

- Sử dụng *OpenCV* để xử lý ảnh (crop, resize, xoay, tăng cường dữ liệu).
- Dùng *NumPy/Pandas* để chuẩn hóa dữ liệu đầu vào, đưa về ma trận/tensor.

Thứ 2: Xây dựng mô hình học máy/deep learning

- *PyTorch/TensorFlow* dùng để xây dựng mạng neural (*CNN*, *ResNet*).
- Dữ liệu được đưa qua nhiều layer (convolution, pooling, fully connected).

Thứ 3: Huấn luyện và tối ưu

- Sử dụng hàm loss (*CrossEntropyLoss* cho phân loại) và optimizer (*Adam*, *SGD*).
- Mô hình học được các đặc trưng từ khuôn mặt (hoặc dữ liệu QR).

Thứ 4: Trích xuất đặc trưng & nhận diện

- Sau khi huấn luyện, model tạo vector đặc trưng cho mỗi khuôn mặt.
- Khi có dữ liệu mới (ảnh sinh viên), hệ thống so sánh vector đặc trưng với dữ liệu đã lưu để xác định danh tính.

Thứ 5: Triển khai

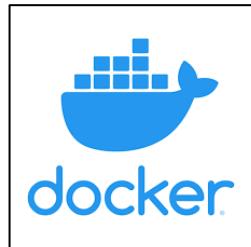
- Mô hình được tích hợp vào *API* (*Django REST*).
- API trả kết quả về ứng dụng (*Flutter/ReactJS*) dưới dạng *JSON*.

Lý do lựa chọn

- Python có hệ sinh thái thư viện *AI* hoàn thiện nhất hiện nay, vượt xa các ngôn ngữ khác như *Java*, *C++* hay *R*.

- *PyTorch* dễ lập trình, trực quan, cộng đồng *AI/Deep Learning* sử dụng rộng rãi.
- *OpenCV* hỗ trợ mạnh mẽ cho xử lý ảnh/video → rất phù hợp cho nhận diện khuôn mặt 3D.
- Tích hợp dễ dàng với *Django API* để triển khai mô hình trên hệ thống điểm danh.
- Hỗ trợ nhiều định dạng lưu trữ và triển khai model (*ONNX*, *TensorFlow Lite*) → thuận tiện cho việc kết nối với ứng dụng di động *Flutter*.

2.2.6. Docker



Hình 2.2.6.1.1 Logo Docker

2.2.6.1. Đặc điểm

Docker sở hữu nhiều ưu điểm nổi bật mang đến lợi ích vượt trội giúp đơn giản hóa việc phát triển và vận hành ứng dụng. Dự án mã nguồn mở này trở thành công cụ không thể thiếu trong thế giới công nghệ hiện đại^[6]:

- **Tốc độ:** Bạn có thể tạo và chạy container chỉ với vài giây bởi *Docker* container rất nhẹ và khởi tạo cực nhanh. Từ đó giúp đẩy nhanh quá trình phát triển và thử nghiệm phần mềm.
- **Hiệu suất cao:** Các container chia sẻ chung hệ điều hành *Kernel* nên sẽ giảm thiểu tài nguyên, tăng hiệu suất hơn khi sử dụng so với các máy ảo truyền thống trước đây là *VMs*.
- **Tiết kiệm chi phí:** Do sử dụng tài nguyên ít hơn, hiệu quả hơn và khởi tạo nhanh nên *Docker* giúp giảm thiểu chi phí hạ tầng đáng kể.
- **Tính ứng dụng dễ dàng:** *Docker* cho phép lập trình viên và quản trị viên hệ thống sử dụng dễ dàng, đóng gói ứng dụng trên máy tính cá nhân và chạy trên nhiều môi trường khác nhau.

- Môi trường mở rộng: *Docker* hỗ trợ chia nhỏ ứng dụng thành nhiều container riêng biệt với mỗi container chứa database, cache, ứng dụng. Sau đó *Docker* liên kết các container này lại tạo thành một ứng dụng giúp dễ dàng mở rộng, nâng cấp hoặc thay thế từng phần.
- Quản lý các phụ thuộc ứng dụng dễ dàng: *Docker* đảm bảo không có lỗi hay các xung đột phiên bản với nhau và chạy cực kỳ ổn định trên mọi môi trường.

2.2.6.2. Nguyên lý hoạt động

Nguyên tắc hoạt động của *Docker* dựa trên công nghệ containerization – cho phép ứng dụng cùng toàn bộ môi trường của nó được đóng gói gọn gàng và chạy độc lập. Thay vì tạo ra một hệ điều hành riêng như máy ảo, *Docker* tận dụng *kernel* của hệ điều hành host, nhờ đó nhẹ và nhanh hơn nhiều.

Các nguyên tắc chính trong hoạt động của *Docker* gồm:

- Đóng gói ứng dụng: *Docker* sử dụng *Dockerfile* để mô tả cách xây dựng image chứa mã nguồn, thư viện và cấu hình.
- Tạo container từ image: Khi chạy, *Docker Engine* sẽ lấy image và tạo ra container – môi trường chạy ứng dụng độc lập.
- Chia sẻ kernel hệ điều hành: Các container dùng chung kernel của máy chủ, nhưng được cách ly tài nguyên nhờ công nghệ namespaces và cgroups.
- Liên kết linh hoạt: Container có thể kết nối qua *Docker Network* để giao tiếp với nhau như các dịch vụ trong một hệ thống.
- Quản lý dữ liệu: Dữ liệu cần lưu trữ lâu dài được quản lý qua *Volumes*, tránh mất khi container bị xoá.
- Triển khai đồng nhất: Nhờ nguyên tắc “*Build once, run anywhere*”, ứng dụng chạy trên laptop, server hay cloud đều giống nhau.

2.3. Mô tả thuật toán

2.3.1. ResNet-34

2.3.1.1. Định nghĩa ResNet-34

ResNet (Residual Network) là một kiến trúc mạng nơ-ron sâu được giới thiệu bởi nhà nghiên cứu *Kaiming He* cùng các cộng sự vào năm 2015. *ResNet-34* là phiên bản có 34 lớp của *ResNet*. Điểm nổi bật chính của *ResNet* là các kết nối tắt (skip connections), giúp giải quyết vấn đề vanishing gradient trong các mạng sâu.

ResNet34 thường được dùng trong các bài toán nhận diện ảnh (*image classification*).

Nó cải thiện hiệu quả huấn luyện so với mạng truyền thống (ví dụ: *VGG*) nhờ residual learning.

2.3.1.2. Ý tưởng chính: **Residual Learning**

Trong các mạng sâu truyền thống, khi số lớp tăng lên, việc huấn luyện gặp vấn đề:

- *Vanishing Gradient*: gradient trở nên rất nhỏ khi lan truyền ngược, khiến mạng khó học.
- *Degradation*: độ chính xác không tăng khi thêm nhiều lớp, thậm chí có thể giảm.

ResNet giải quyết bằng *Residual Block*:

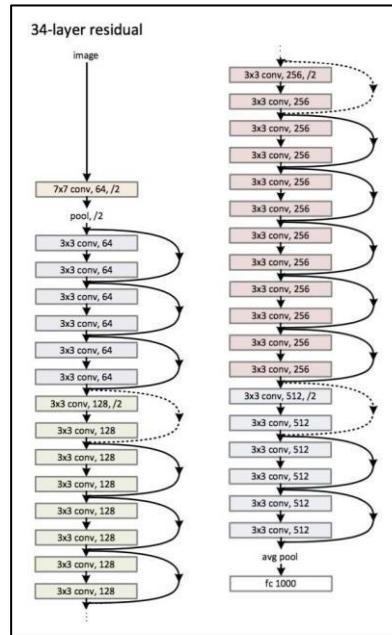
$$y = F(x) + x$$

Trong đó:

- x là đầu vào của block.
- $F(x)$ là output của một vài tầng convolution + activation.
- y là đầu ra của block.

Ý tưởng: Mạng học phần dư $F(x) = H(x) - x$, thay vì học trực tiếp $H(x)$.

Kết quả: gradient có thể truyền trực tiếp qua đường tắt, giúp học nhanh và ổn định.



Hình 2.3.1.1 Mô tả thuật toán ResNet-34

Nguồn: Internet

Hình 2.3.1.1. Mô tả cấu trúc của mô hình *ResNet-34* gồm có các giai đoạn:

1. Giai đoạn tiền xử lý (*Input Stage*): Mạng bắt đầu bằng việc xử lý hình ảnh đầu vào thông qua các lớp giảm kích thước nhanh chóng:
 - 7x7 conv, 64, /2: Một lớp tích chập (*Convolution*) với kích thước kernel 7 x 7, có 64 bộ lọc (filters). Kí hiệu “/2” cho biết stride = 2, giúp giảm kích thước hình ảnh xuống còn một nửa ngay lập tức
 - pool, /2: Một lớp *Max Pooling* giúp tiếp tục giảm kích thước không gian của đặc trưng (thường là 3 x 3 với stride 2).
2. Các khối *Residual* (*Residual Blocks*): Thân của mạng bao gồm 4 cụm lớp chính, sử dụng cấu trúc “*Basic Block*” (mỗi khối gồm 2 lớp tích chập 3 x 3). Các đường mũi tên cong chính là các *Skip Connections* (kết nối tắt).

Bảng 2.3.1.1 Cấu trúc các cụm lớp (Stage) trong mô hình ResNet-34

Cụm lớp (Stage)	Cấu trúc	Số lượng	Giải thích
Cụm 1 (Tím)	3x3 conv, 64	3 khối (6 lớp)	Giữ nguyên độ sâu 64 và kích thước đặc trưng.
Cụm 2 (Xanh lá)	3x3 conv, 128	4 khối (8 lớp)	Tăng độ sâu lên 128. Khối đầu tiên có stride 2 để giảm kích thước.

Cụm 3 (Hồng)	3x3 conv, 256	6 khối (12 lớp)	Tăng độ sâu lên 256. Đây là phần dài nhất của mạng.
Cụm 4 (Xanh biển)	3x3 conv, 512	3 khối (6 lớp)	Tăng độ sâu lên 512 để học các đặc trưng phức tạp nhất.

3. Ý nghĩa của các đường mũi tên (*Skip Connections*):

Trong Hình 2.3.1.1, có hai loại đường kẻ cong:

- Mũi tên nét liền (*Solid line*): Biểu thị kết nối tắt *Identity Shortcut*. Lúc này kích thước đầu vào và đầu ra của khối giống hệt nhau, chúng ta chỉ việc cộng trực tiếp giá trị vào nhau ($x + f(x)$).
- Mũi tên nét đứt (*Dashed line*): Xuất hiện khi chuyển giao giữa các cụm (khi số kênh tăng lên và kích thước hình ảnh giảm đi). Do kích thước không khớp, mạng phải sử dụng một phép biến đổi (thường là tích chập 1×1 với stride 2) để làm khớp kích thước trước khi cộng.

4. Giai đoạn đầu ra (*Output Stage*): Sau khi đi qua tất cả các khối tích chập:

- avg pool: Lớp *Global Average Pooling* sẽ tính giá trị trung bình của mỗi bản đồ đặc trưng (*feature map*). Thay vì dùng các lớp *Dense (FC)* dày đặc gây nặng máy, phương pháp này giúp giảm tham số đáng kể.
- fc 1000: Lớp *Fully Connected* cuối cùng với 1000 nút, tương ứng với 1000 lớp đối tượng trong bộ dữ liệu *ImageNet*.

5. Tại sao gọi là ResNet-34?

Con số 34 được tính từ tổng các lớp có trọng số (weighted layers):

- 1 lớp conv đầu tiên (7×7).
- 6 lớp ở cụm 1.
- 8 lớp ở cụm 2.
- 12 lớp ở cụm 3.
- 6 lớp ở cụm 4.
- 1 lớp Fully Connected cuối cùng.

Tổng cộng: $1 + 6 + 8 + 12 + 6 + 1 = 34$ lớp.

Điểm mấu chốt: Nhờ các đường mũi tên (*Skip Connections*), *ResNet-34* giải quyết được vấn đề “triệt tiêu đạo hàm”, cho phép mạng học sâu hơn mà không bị giảm độ chính xác so với các mạng nông.

Tóm lại, Khi một hình ảnh được đưa vào *ResNet-34*, dữ liệu đầu tiên đi qua lớp convolution 7×7 với 64 bộ lọc và stride 2, sau đó là batch normalization, *ReLU* và max pooling, giúp giảm kích thước ảnh và trích xuất các đặc trưng cơ bản. Tiếp theo, dữ liệu được đưa qua bốn cụm *Residual Block* ($\text{conv2_x} \rightarrow \text{conv5_x}$), trong đó mỗi khối BasicBlock gồm hai lớp convolution 3×3 liên tiếp, mỗi lớp kèm batch normalization và *ReLU*, và được kết nối với skip connection. Cơ chế này cho phép mạng học phần $F(x) = H(x) - x$ thay vì học trực tiếp $H(x)$, nhờ vậy gradient có thể truyền thẳng qua các khối, giúp quá trình huấn luyện ổn định và nhanh hơn. Khi dữ liệu đi qua các cụm block, số kênh tăng dần từ 64 lên 512 và kích thước feature map giảm thông qua stride = 2 ở block đầu mỗi giai đoạn, giúp học các đặc trưng từ mức thấp đến mức cao. Các skip connection dạng identity được dùng khi kích thước đầu vào và đầu ra trùng nhau, còn 1×1 convolution với stride = 2 được dùng khi cần khớp kích thước giữa các cụm block. Sau khi đi qua tất cả residual block, mạng thực hiện global average pooling để chuyển các feature map thành vector đặc trưng một chiều, sau đó đưa vào fully connected layer và softmax để dự đoán xác suất các lớp. Nhờ cơ chế residual learning kết hợp với skip connections, *ResNet-34* có thể học các đặc trưng sâu mà không gặp hiện tượng vanishing gradient hay giảm độ chính xác khi tăng số lớp, từ đó giải quyết hiệu quả các vấn đề thường gặp trong mạng nơ-ron sâu truyền thống.

2.3.2. ResNet-50

2.3.2.1. Khái niệm ResNet-50

ResNet-50 (*Residual Network 50 layers*) là một kiến trúc mạng nơ-ron tích chập sâu gồm 50 lớp, được đề xuất nhằm giải quyết vấn đề vanishing gradient (mất dần gradient) khi huấn luyện các mạng *CNN* rất sâu.

Điểm cốt lõi của *ResNet* là kết nối dư (*Residual Connection / Skip Connection*), cho phép thông tin đầu vào đi tắt qua một hoặc nhiều lớp.

2.3.2.2. Ý tưởng chính

ResNet-50 dựa trên ý tưởng học phần dư (*Residual Learning*). Thay vì để mạng học trực tiếp hàm ánh xạ mong muốn $H(x)$, mô hình chuyển sang học hàm phần dư $F(x)$ theo công thức:

$$F(x) = H(x) - x$$

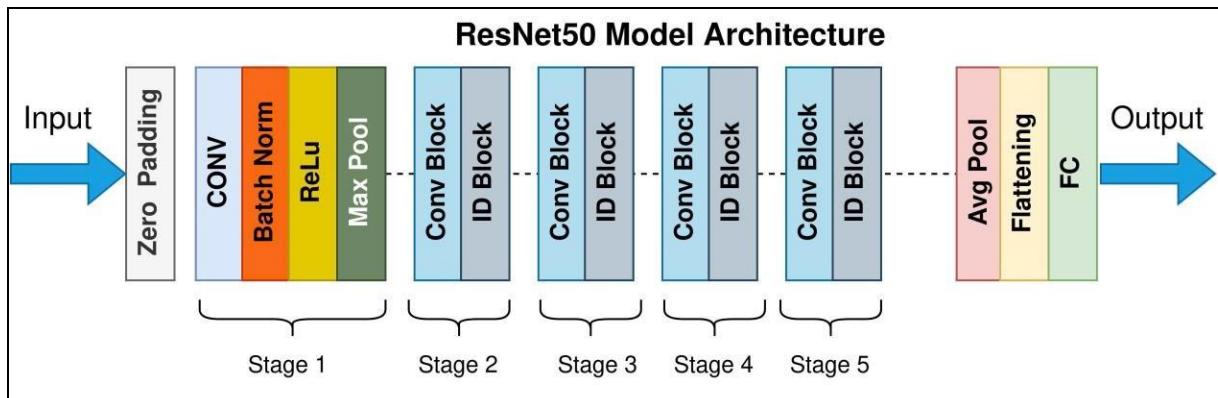
Khi đó, đầu ra của một residual block được xác định bởi:

$$y = F(x) + xy$$

Trong đó:

- X là đầu vào của khối mạng,
- $F(x)$ là hàm phần dư được học thông qua các lớp convolution, batch normalization và hàm kích hoạt,
- Y là đầu ra của khối residual.

Cách biểu diễn này giúp gradient lan truyền trực tiếp qua các kết nối tắt, làm giảm hiện tượng mất gradient và cho phép huấn luyện hiệu quả các mạng nơ-ron tích chập có độ sâu lớn như *ResNet-50*.



Hình 2.3.2.1 Mô tả thuật toán ResNet-50

Nguồn: Internet

Thuật toán *ResNet-50* được thiết kế nhằm trích xuất và học các đặc trưng sâu từ ảnh đầu vào thông qua kiến trúc mạng nơ-ron tích chập nhiều lớp kết hợp với cơ chế kết nối dư (*residual connection*). Quy trình xử lý của mô hình được mô tả theo các bước như sau:

Đầu tiên, ảnh đầu vào được đưa qua lớp *Zero Padding* nhằm bảo toàn thông tin ở vùng biên, sau đó được xử lý bởi một lớp Convolution kích thước lớn để trích xuất các đặc trưng mức thấp. Kết quả của phép tích chập được chuẩn hóa bằng *Batch Normalization* và kích hoạt bởi hàm *ReLU*, giúp tăng tốc độ hội tụ và cải thiện khả năng học của mô hình. Tiếp theo, lớp *Max Pooling* được sử dụng để giảm kích thước không gian của đặc trưng và hạn chế số lượng tham số.

Sau giai đoạn trích xuất ban đầu, dữ liệu được lần lượt đưa qua các Stage từ 2 đến 5, mỗi stage bao gồm nhiều *Residual Block*. Mỗi residual block được xây dựng theo kiến trúc bottleneck, gồm ba lớp convolution có kích thước lần lượt là 1×1 , 3×3 và 1×1 . Trong đó, đầu vào của block được cộng trực tiếp với đầu ra của các lớp convolution thông qua kết nối tắt, theo công thức:

$$y = F(x) + x$$

Cơ chế này cho phép mạng học phần dư thay vì học trực tiếp ánh xạ, từ đó giảm hiện tượng mất gradient và giúp huấn luyện hiệu quả mạng có độ sâu lớn.

Ở cuối mạng, các đặc trưng trích xuất được đưa qua lớp *Average Pooling* để tổng hợp thông tin toàn cục. Sau đó, dữ liệu được flatten và đưa vào lớp *Fully Connected* nhằm thực hiện phân loại hoặc trích xuất đặc trưng theo mục tiêu của bài toán.

Nhờ kiến trúc sâu kết hợp với kết nối dư, *ResNet-50* cho phép học các đặc trưng phức tạp từ ảnh đầu vào với độ chính xác cao, đồng thời đảm bảo tính ổn định trong quá trình huấn luyện, phù hợp cho các bài toán như phân loại ảnh và nhận diện khuôn mặt.

2.3.3. PointNet++

2.3.3.1. Khái niệm

PointNet++ là mô hình học sâu được đề xuất để xử lý và phân tích dữ liệu đám mây điểm 3D (point cloud). Không giống các phương pháp truyền thống phải chuyển đổi point cloud sang voxel hoặc ảnh chiều 2D, *PointNet++* làm việc trực tiếp trên tập các điểm 3D, mỗi điểm thường được biểu diễn bởi tọa độ (x, y, z) và có thể kèm theo các thuộc tính như màu sắc hoặc pháp tuyến.

PointNet++ là phiên bản mở rộng của *PointNet*, được thiết kế nhằm khắc phục hạn chế của *PointNet* trong việc chưa khai thác tốt cấu trúc cục bộ của dữ liệu không gian 3D.

Mô hình này cho phép học đặc trưng theo nhiều mức tỉ lệ (*multi-scale*), phù hợp với các bài toán nhận diện đối tượng 3D, phân đoạn point cloud và nhận diện khuôn mặt 3D.

2.3.3.2. Ý tưởng chính

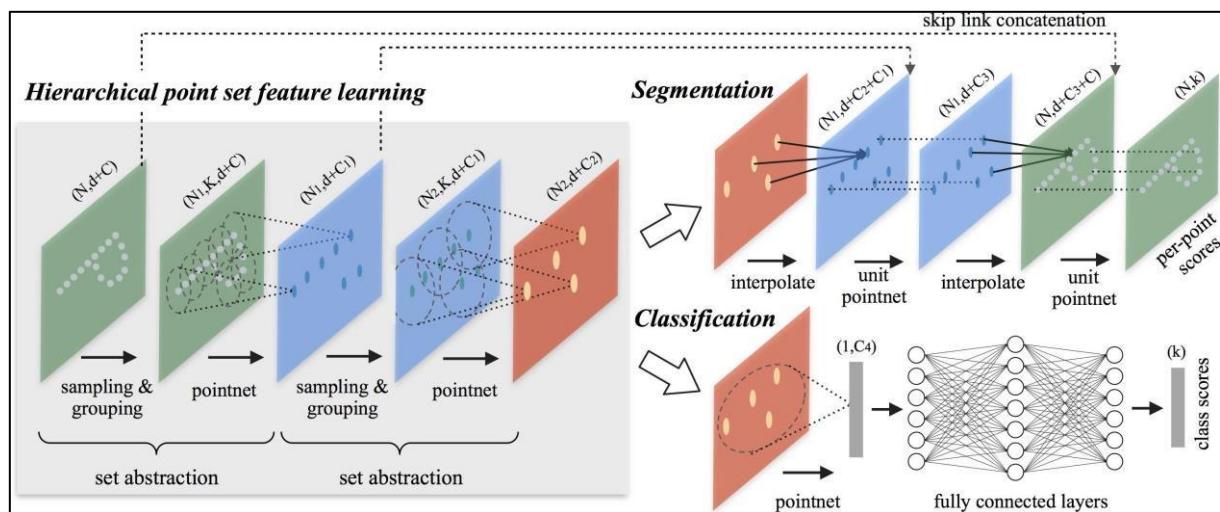
Ý tưởng cốt lõi của *PointNet++* là học đặc trưng phân cấp (*hierarchical feature learning*) trên dữ liệu point cloud bằng cách kết hợp:

- Lấy mẫu điểm (*Sampling*)
- Nhóm điểm lân cận (*Grouping*)
- Trích xuất đặc trưng cục bộ bằng *PointNet*

Cụ thể, *PointNet++* chia không gian 3D thành các vùng cục bộ. Tại mỗi vùng, một mạng *PointNet* nhỏ được áp dụng để học đặc trưng cục bộ, sau đó các đặc trưng này tiếp tục được tổng hợp ở các tầng cao hơn để tạo thành đặc trưng toàn cục.

Nhờ cách tiếp cận này, *PointNet++*:

- Bảo toàn tính bất biến với hoán vị điểm
- Khai thác hiệu quả quan hệ không gian cục bộ
- Nâng cao khả năng biểu diễn hình dạng 3D phức tạp



Hình 2.3.3.1 Mô tả thuật toán *PointNet++*

Nguồn: Internet

Hình 2.3.3.1, mô hình *PointNet++* được xây dựng theo kiến trúc học đặc trưng phân cấp, trong đó các tầng Set Abstraction đảm nhiệm việc trích xuất đặc trưng từ cục bộ

đến toàn cục, phục vụ cho các bài toán phân loại và phân đoạn đám mây điểm. Bao gồm cái khái:

- Khối học đặc trưng tập điểm phân cấp (*Hierarchical Point Set Feature Learning*)

Khối đầu tiên của mô hình *PointNet++* đảm nhiệm vai trò trích xuất đặc trưng hình học từ dữ liệu đám mây điểm ban đầu. Đầu vào của mô hình là tập điểm có kích thước $N \times (d + C)$, trong đó d là tọa độ không gian (thường là 3 chiều) và C là các thuộc tính bổ sung như màu sắc hoặc pháp tuyến.

Thay vì xử lý toàn bộ tập điểm cùng lúc như *PointNet*, *PointNet++* áp dụng cơ chế học phân cấp để nắm bắt được cả đặc trưng cục bộ và toàn cục của dữ liệu.

- *Sampling* và *Grouping* – Lấy mẫu và gom nhóm điểm

Ở mỗi tầng *Set Abstraction*, mô hình thực hiện bước sampling để chọn ra một tập con các điểm đại diện. Phương pháp *Farthest Point Sampling* thường được sử dụng nhằm đảm bảo các điểm đại diện phân bố đều trong không gian.

Sau đó, bước grouping được áp dụng để gom các điểm lân cận xung quanh mỗi điểm đại diện. Các điểm này tạo thành một vùng cục bộ, phản ánh cấu trúc hình học của một khu vực nhỏ trong đám mây điểm. Quá trình này cho phép mô hình học được mối quan hệ không gian giữa các điểm, điều mà *PointNet* ban đầu chưa khai thác hiệu quả.

- *PointNet* cục bộ – Trích xuất đặc trưng cho từng nhóm

Mỗi nhóm điểm cục bộ sau khi được gom sẽ được đưa vào một mạng con *PointNet*. Tại đây, từng điểm trong nhóm được xử lý độc lập thông qua các lớp *MLP* để trích xuất đặc trưng.

Sau đó, phép max pooling được sử dụng để tổng hợp các đặc trưng điểm thành một vector duy nhất đại diện cho toàn bộ nhóm. Phép pooling này đảm bảo tính bất biến theo thứ tự điểm, đồng thời giữ lại đặc trưng nổi bật nhất của vùng cục bộ.

- *Set Abstraction* – Học đặc trưng phân cấp

Các tầng *Set Abstraction* được xếp chồng lên nhau, trong đó mỗi tầng tiếp theo xử lý đầu ra của tầng trước. Khi đi lên các tầng cao hơn:

Số lượng điểm giảm dần

Phạm vi không gian của mỗi nhóm tăng lên

Nhờ đó, mô hình học được đặc trưng từ mức chi tiết (cục bộ) đến mức khái quát (tổn cục). Cấu trúc này tương tự cách mà mạng CNN học đặc trưng từ cạnh, góc đến hình dạng tổng thể trong xử lý ảnh.

- Nhánh phân đoạn (*Segmentation*)

Trong bài toán phân đoạn, mục tiêu là dự đoán nhãn cho từng điểm trong đám mây. Tuy nhiên, do quá trình *Set Abstraction* làm giảm số lượng điểm, mô hình cần khôi phục lại đặc trưng về tập điểm ban đầu.

Điều này được thực hiện thông qua các tầng *Feature Propagation*, trong đó đặc trưng từ các tầng cao được nội suy (interpolate) xuống các tầng thấp hơn. Đồng thời, các đặc trưng này được nối với đặc trưng mức thấp thông qua skip connections, giúp bảo toàn thông tin chi tiết của từng điểm.

- *Unit PointNet* và dự đoán nhãn từng điểm

Sau khi lan truyền đặc trưng, mỗi điểm được đưa qua một mạng *PointNet* đơn vị (*unit PointNet*) để tinh chỉnh đặc trưng. Cuối cùng, mô hình sinh ra per-point scores, thể hiện xác suất mỗi điểm thuộc về các lớp khác nhau.

Cách tiếp cận này cho phép *PointNet++* thực hiện phân đoạn chính xác ngay cả trong các cảnh 3D phức tạp.

- Nhánh phân loại (*Classification*)

Đối với bài toán phân loại, mô hình chỉ sử dụng đặc trưng toàn cục được trích xuất từ tầng *Set Abstraction* cao nhất. Vector đặc trưng này được đưa qua các lớp fully connected để dự đoán nhãn của toàn bộ đám mây điểm.

Nhánh này phù hợp cho các bài toán nhận dạng đối tượng 3D như phân loại vật thể hoặc cảnh.

Qua quá trình phân tích chi tiết từng khối trong kiến trúc mô hình, có thể thấy rằng *PointNet++* đã khắc phục một cách hiệu quả những hạn chế tồn tại của mô hình *PointNet* truyền thống, đặc biệt là trong việc khai thác các đặc trưng hình học cục bộ của dữ liệu đám mây điểm. Thông qua cơ chế sampling và grouping, *PointNet++* cho phép mô hình

học được các đặc trưng cục bộ tại từng vùng trong không gian 3D, từ đó phản ánh chính xác hơn cấu trúc hình học của đối tượng. Bên cạnh đó, việc tổ chức các tầng *Set Abstraction* theo kiến trúc phân cấp giúp mô hình kết hợp được đặc trưng ở nhiều mức độ khác nhau, từ chi tiết đến tổng quát, góp phần nâng cao khả năng biểu diễn dữ liệu. Nhờ khả năng học đặc trưng đa mức này, *PointNet++* có thể được áp dụng linh hoạt cho cả hai bài toán phân loại và phân đoạn đám mây điểm 3D. Kết quả là mô hình đạt hiệu quả cao trong việc xử lý các tập dữ liệu 3D phức tạp, đồng thời cho thấy tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong các bài toán thị giác máy tính ba chiều.

CHƯƠNG 3. THU THẬP YÊU CẦU

3.1. Giới thiệu nơi sử dụng

Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh (IUH) là một trong những cơ sở đào tạo có quy mô lớn tại Việt Nam, với hàng chục ngàn sinh viên theo học nhiều chuyên ngành khác nhau. Trong thực tế, tại *IUH*, phần lớn các lớp học, đặc biệt là đối các lớp đại cương và lớp có quy mô đông sinh viên, vẫn sử dụng phương pháp điểm danh thủ công thông qua gọi tên hoặc ký tên vào danh sách. Điều này thường gây ra rất nhiều bất cập như: mất nhiều thời gian trên lớp, tình trạng sinh viên điểm danh hộ cho nhau, dữ liệu chuyên cần không được lưu trữ và quản lý một cách khoa học.

Việc áp dụng hệ thống điểm danh bằng nhận diện khuôn mặt 3D kết hợp mã QR tại *IUH* sẽ giúp khắc phục được những hạn chế này. Giảng viên có thể dễ dàng tạo buổi học, khởi động quy trình điểm danh trên hệ thống; sinh viên chỉ cần quét mã QR hoặc sử dụng ứng dụng di động để xác thực khuôn mặt. Kết quả được lưu trữ trực tiếp vào cơ sở dữ liệu và đồng bộ với hệ thống quản lý đào tạo, giúp giảng viên tiết kiệm thời gian, cũng đồng thời nâng cao tính minh bạch và khách quan trong quản lý chuyên cần.

Không chỉ phục vụ cho giảng dạy, hệ thống này còn phù hợp với môi trường quy mô lớn như *IUH* nhờ khả năng mở rộng và hỗ trợ nhiều lớp học diễn ra song song. Điều này sẽ góp phần hiện đại hóa trong công tác quản lý sinh viên của nhà trường, hướng đến mục tiêu chuyển đổi số trong giáo dục mà *IUH* đang triển khai.

3.2. Thu thập yêu cầu

3.2.1. Kế hoạch phỏng vấn

Bảng 3.2.1.1 Kế hoạch phỏng vấn

Hạng mục	Chi tiết
Hệ thống	Hệ thống điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR
Người lập kế hoạch	Nguyễn Nguyễn Phong

	Trần Thị Huyền Trang
Người được hỏi	Cô Phan Thị Bảo Trân
Người phỏng vấn	Nguyễn Nguyễn Phong Trần Thị Huyền Trang
Địa điểm/Phương tiện	Thư viện IUH
Thời gian hẹn	12/08/2025
Thời điểm bắt đầu – kết thúc	Bắt đầu: 10 giờ 00 phút Kết thúc: 11 giờ 00 phút
Chương trình phỏng vấn	<ul style="list-style-type: none"> - Giới thiệu (2 phút) - Giới thiệu đề tài và mục đích (3 phút) - Xin phép ghi âm/ghi chú (1 phút) - Chủ đề 1: Đánh giá quy trình điểm danh hiện tại (10 phút) - Chủ đề 2: Kỳ vọng đối với hệ thống mới (3D + QR) (15 phút) - Tổng hợp – Đóng góp ý kiến (5 phút) - Kết thúc và cảm ơn (1 phút)
Tổng thời gian dự kiến	~40 phút

3.2.2. Câu hỏi phỏng vấn

Bảng 3.2.2.1 Câu hỏi phỏng vấn

STT	Câu hỏi phỏng vấn	Câu trả lời ghi nhận
Giảng viên		
1	Cô hiện đang sử dụng phương pháp điểm danh nào trong lớp học?	Điểm danh thủ công bằng cách gọi tên hoặc ký tên.
2	Cô gặp khó khăn gì khi điểm danh bằng phương pháp hiện tại?	Mất nhiều thời gian, dễ xảy ra sai sót, sinh viên có thể điểm danh hộ.
3	Thời gian trung bình để điểm danh một lớp học là bao lâu?	Thông thường mất khoảng 5–10 phút, với lớp đông có thể lâu hơn.
4	Việc điểm danh có ảnh hưởng đến thời lượng giảng dạy không?	Có, thời gian điểm danh làm giảm thời gian dành cho giảng dạy và thảo luận trên lớp.
5	Thầy/cô đánh giá mức độ chính xác của phương pháp điểm danh hiện tại như thế nào?	Độ chính xác chưa cao, phụ thuộc nhiều vào ý thức của sinh viên.
6	Việc sinh viên điểm danh hộ có thường xuyên xảy ra không?	Tình trạng này có xảy ra, đặc biệt ở các lớp học đông.
7	Thầy/cô có sẵn sàng áp dụng hệ thống điểm danh bằng QR code và nhận diện khuôn mặt 3D không?	Tôi sẵn sàng áp dụng nếu hệ thống ổn định, dễ sử dụng và không làm gián đoạn giờ học.

8	Hệ thống điểm danh mới cần đáp ứng những yêu cầu gì để phù hợp với giảng dạy?	Cần nhanh, chính xác, thao tác đơn giản và hiển thị kết quả theo thời gian thực.
9	Thầy/cô có mong muốn hệ thống hỗ trợ chỉnh sửa điểm danh trong trường hợp đặc biệt không?	Có, cần cho phép chỉnh sửa trong các trường hợp sinh viên có lý do chính đáng.
10	Thầy/cô có lo ngại về vấn đề bảo mật dữ liệu sinh viên không?	Có, đặc biệt là dữ liệu khuôn mặt cần được bảo vệ nghiêm ngặt.
11	Thầy/cô có cần hệ thống lưu trữ lịch sử điểm danh không?	Có, để tiện theo dõi tình hình chuyên cần của sinh viên trong suốt học kỳ.
Các bạn sinh viên		
12	Các bạn đánh giá thế nào về phương pháp điểm danh hiện tại?	Phương pháp hiện tại khá mất thời gian và đôi khi gây gián đoạn giờ học.
13	Các bạn có từng gặp trường hợp bị điểm danh nhầm hoặc bỏ sót không?	Có, một số trường hợp bị gọi nhầm tên hoặc không được ghi nhận dù có mặt.
14	Theo các bạn, việc điểm danh hộ có ảnh hưởng đến sự công bằng không?	Có, điều này gây thiếu công bằng trong việc đánh giá chuyên cần.
15	Các bạn có thường xuyên mang	Hầu hết sinh viên đều mang theo

	theo điện thoại khi đến lớp không?	điện thoại thông minh.
16	Các bạn có sẵn sàng cài đặt ứng dụng điểm danh trên điện thoại không?	Có, nếu ứng dụng gọn nhẹ và dễ sử dụng.
17	Việc quét mã QR và chụp khuôn mặt có gây bất tiện không?	Không, nếu thao tác nhanh và không mất nhiều thời gian.
18	Các bạn mong muốn thời gian điểm danh diễn ra trong bao lâu?	Dưới 1 phút cho mỗi sinh viên.
19	Các bạn có lo ngại về việc lưu trữ dữ liệu khuôn mặt cá nhân không?	Có, mong muốn dữ liệu được bảo mật và sử dụng đúng mục đích.
20	Các bạn có cần hệ thống hiển thị trạng thái điểm danh ngay sau khi thực hiện không?	Có, để biết chắc chắn mình đã được ghi nhận.
21	Các bạn có mong muốn xem lại lịch sử điểm danh của bản thân không?	Có, để theo dõi số buổi vắng và chuyên cần.
22	Theo các bạn, hệ thống điểm danh mới có cần hoạt động tốt trong điều kiện mạng yếu không?	Có, vì không phải phòng học nào cũng có mạng ổn định.
Admin		

23	Admin hiện quản lý dữ liệu điểm danh như thế nào?	Thu thập từ giảng viên, nhập vào hệ thống quản lý đào tạo.
24	Admin mong muốn hệ thống mới có thêm chức năng gì?	Xuất báo cáo nhanh, đồng bộ dữ liệu với hệ thống quản lý đào tạo <i>IUH</i> .
25	Việc tổng hợp báo cáo điểm danh hiện nay có gặp khó khăn không?	Có, do dữ liệu phân tán và cập nhật chưa kịp thời.
26	Anh/chị đánh giá mức độ chính xác của dữ liệu điểm danh hiện tại ra sao?	Độ chính xác chưa cao, phụ thuộc nhiều vào giảng viên và sinh viên.
27	Anh/chị có mong muốn hệ thống tự động tổng hợp báo cáo không?	Có, để tiết kiệm thời gian và giảm sai sót.
28	Những loại báo cáo nào anh/chị thường xuyên sử dụng?	Báo cáo chuyên cần theo lớp, môn học và theo từng sinh viên.
29	Anh/chị có cần hệ thống đồng bộ với hệ thống quản lý đào tạo của trường không?	Có, việc đồng bộ là rất cần thiết.
30	Về hạ tầng kỹ thuật, hệ thống cần đáp ứng những yêu cầu gì?	Cần mạng ổn định, camera đủ chất lượng và máy chủ hoạt động liên tục.
31	Anh/chị có lo ngại về việc lưu trữ dữ liệu khuôn mặt sinh viên	Có, cần tuân thủ các quy định về bảo mật và quyền riêng tư.

	không?	
31	Anh/chị có mong muốn phân quyền rõ ràng cho từng đối tượng sử dụng không?	Có, để đảm bảo an toàn và tránh sót trong quản lý dữ liệu.
32	Theo anh/chị, hệ thống mới có cần khả năng mở rộng trong tương lai không?	Có, để đáp ứng số lượng sinh viên ngày càng tăng.
33	Anh/chị có cần chức năng sao lưu và phục hồi dữ liệu không?	Có, để tránh mất dữ liệu khi xảy ra sự cố.

3.3. Mô tả nghiệp vụ

Tại Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh (IUH), quá trình điểm danh truyền thống bằng gọi tên hoặc ký tên mất nhiều thời gian, dễ nhầm lẫn và phát sinh tình trạng điểm danh hộ. Để khắc phục, hệ thống điểm danh tự động bằng nhận diện khuôn mặt 3D kết hợp với *QR code* dự phòng được xây dựng.

Quy trình nghiệp vụ:

Đăng nhập và chọn lớp học: Giảng viên truy cập ứng dụng (website hoặc mobile app), đăng nhập hệ thống và chọn lớp học cần điểm danh.

Điểm danh bằng khuôn mặt 3D (mặc định):

- Camera trong lớp thu thập dữ liệu khuôn mặt sinh viên.
- Mô hình AI xử lý dữ liệu 3D (chiều sâu, cấu trúc bì mặt), so sánh với dữ liệu đã lưu.
- Nếu nhận diện thành công → ghi nhận điểm danh vào cơ sở dữ liệu.

Xử lý tình huống đặc biệt:

- Nếu sinh viên chưa đăng ký dữ liệu khuôn mặt hoặc hệ thống không nhận diện được (ánh sáng kém, góc chụp sai, thiết bị lỗi) → giảng viên cho phép sinh viên quét *QR code* dự phòng bằng ứng dụng *Flutter* để xác nhận có mặt.
- Mã QR này thay đổi theo từng buổi học để đảm bảo tính bảo mật.

Lưu trữ và báo cáo:

- Kết quả điểm danh (từ nhận diện khuôn mặt hoặc *QR* dự phòng) được ghi nhận vào *PostgreSQL*.
- Giảng viên và phòng đào tạo có thể xuất báo cáo theo buổi, học phần hoặc toàn khóa.
- Sinh viên có thể xem lại lịch sử điểm danh của mình trên ứng dụng.

Đăng ký môn học

- Sinh viên truy cập hệ thống và xem danh sách môn học mở trong học kỳ.
- Sinh viên lựa chọn môn học và gửi yêu cầu đăng ký.
- Hệ thống kiểm tra trùng lịch và điều kiện đăng ký, sau đó lưu kết quả đăng ký.

Thiết lập khuôn mặt

- Sinh viên sử dụng ứng dụng để chụp hoặc quét khuôn mặt.
- Hệ thống trích xuất đặc trưng khuôn mặt 3D và kiểm tra chất lượng dữ liệu.
- Dữ liệu khuôn mặt hợp lệ được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu.

Giảng viên tạo mã QR code

- Giảng viên chọn lớp học và buổi học cần điểm danh.
- Hệ thống sinh mã QR tương ứng cho buổi học.
- Mã QR được hiển thị để sinh viên thực hiện quét điểm danh.

Gửi đơn xin nghỉ phép và giảng viên duyệt

- Sinh viên tạo đơn xin nghỉ phép, nhập lý do và thời gian nghỉ.
- Hệ thống gửi đơn đến giảng viên phụ trách học phần.
- Giảng viên xem và duyệt hoặc từ chối đơn xin nghỉ phép.

Admin quản lý tài khoản người dùng

- Admin xem danh sách tài khoản sinh viên và giảng viên.
- Admin thêm mới, chỉnh sửa thông tin hoặc cấp lại mật khẩu cho tài khoản.
- Admin thay đổi trạng thái tài khoản (hoạt động hoặc tạm dừng).

Hệ thống ưu tiên nhận diện khuôn mặt 3D để đảm bảo tính tự động, chính xác và khó gian lận, trong khi mã QR đóng vai trò giải pháp thay thế linh hoạt khi có sự cố. Điều này giúp quy trình điểm danh tại *IUH* trở nên hiện đại, minh bạch và phù hợp với xu hướng chuyển đổi số trong giáo dục.

3.4. Phân tích yêu cầu

3.4.1. Yêu cầu chức năng

- Chức năng chung
 - Đăng nhập tài khoản
 - Đăng xuất tài khoản
 - Khôi phục mật khẩu
 - Xem thống kê/báo cáo
- Sinh viên
 - Đăng ký môn học
 - Xem lịch học/ dạy
 - Thiết lập khuôn mặt
 - Điểm danh
 - Điểm danh bằng nhận diện khuôn mặt
 - Điểm danh bằng QR code
 - Xem lịch sử điểm danh
 - Gửi đơn xin nghỉ phép
 - Xem hồ sơ cá nhân
 - Chỉnh sửa tài khoản cá nhân
 - Khôi phục mật khẩu
- Giảng viên
 - Xem lịch dạy

- Tạo QR code để điểm danh
- Quản lý điểm danh
 - Xem danh sách điểm danh
 - Xuất file excel điểm danh
- Quản lý đơn nghỉ phép
 - Xem danh sách đơn nghỉ phép
 - Duyệt/ từ chối đơn xin nghỉ phép
- Xem hồ sơ cá nhân
- Chính sửa tài khoản cá nhân
- Khôi phục mật khẩu
- Admin
 - Duyệt lịch học
 - Quản lý tài khoản
 - Xem danh sách tài khoản
 - Thêm tài khoản
 - Chính sửa tài khoản
 - Cấp lại mật khẩu cho tài khoản
 - Thay đổi trạng thái thành tạm dừng hoạt động

3.4.2. Yêu cầu phi chức năng

- Hiệu năng: Hệ thống xử lý nhanh, nhận diện khuôn mặt trong vòng 2–3 giây.
- Độ chính xác: Nhận diện khuôn mặt với độ chính xác $\geq 95\%$.
- Bảo mật: Mã QR được tạo ngẫu nhiên cho từng buổi học, chỉ có hiệu lực trong khoảng thời gian ngắn.
- Khả năng mở rộng: Hệ thống có thể phục vụ đồng thời nhiều lớp học với số lượng sinh viên lớn.
- Tính thân thiện: Giao diện trên ứng dụng *Flutter* và *ReactJS* dễ sử dụng, phù hợp cả với giảng viên và sinh viên.
- Tính sẵn sàng: Hệ thống hoạt động ổn định trong môi trường mạng nội bộ và internet.

3.4.3. Yêu cầu về dữ liệu

- Thông tin sinh viên: mã số sinh viên, họ tên, lớp, khoa, email, dữ liệu khuôn mặt 3D.
- Thông tin giảng viên: mã giảng viên, họ tên, bộ môn, môn giảng dạy.
- Thông tin lớp học và học phần: mã lớp, mã môn, thời khóa biểu.
- Dữ liệu điểm danh: ngày, giờ, trạng thái điểm danh (có mặt/vắng mặt/bằng QR).
- Dữ liệu bảo mật: log truy cập, token đăng nhập, QR code tạm thời.

3.4.4. Yêu cầu có liên quan đến người dùng

- Sinh viên: dễ dàng điểm danh bằng khuôn mặt hoặc *QR* trên điện thoại.
- Giảng viên: thuận tiện trong việc theo dõi, quản lý kết quả điểm danh, giảm bớt thời gian thủ công.
- Quản trị viên: dễ dàng quản lý hệ thống, phân quyền, đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu. Đồng thời, có thể trích xuất báo cáo tổng hợp, phục vụ cho công tác quản lý và thống kê.

3.4.5. Yêu cầu có liên quan đến môi trường sử dụng hệ thống

Môi trường phần cứng: Camera 3D đặt tại lớp học, máy chủ lưu trữ dữ liệu và *AI model*.

Môi trường phần mềm:

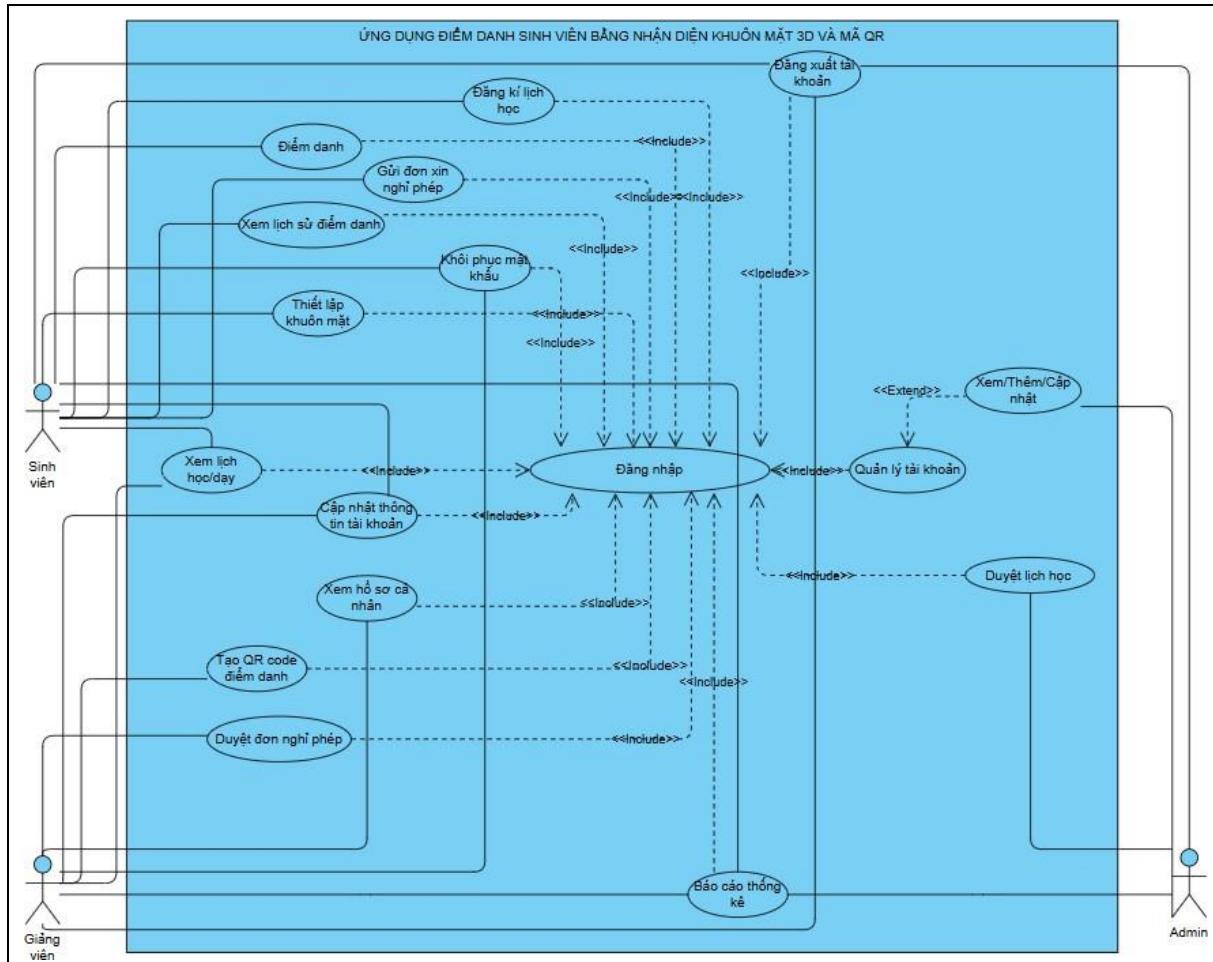
- Ứng dụng mobile (*Flutter*) cài đặt trên *Android/iOS*.
- Hệ thống backend (*Django REST API*).
- Giao diện web quản lý (*ReactJS*).
- CSDL *PostgreSQL*.

Mạng kết nối: Hệ thống hoạt động tốt trên mạng nội bộ của trường và có thể mở rộng ra internet.

Điều kiện lớp học: ánh sáng đủ để camera nhận diện, môi trường có thể nhiều sinh viên cùng lúc.

CHƯƠNG 4. PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG

4.1. Sơ đồ Use Case



Hình 4.1.1 Sơ đồ UseCase

4.2. ĐẶC TẢ USE CASE

4.2.1. Đăng nhập

ĐẶC TẢ USE CASE “ĐĂNG NHẬP TÀI KHOẢN”

– **Tên use case:** Đăng nhập tài khoản

– **Mô tả sơ lược:** Use case “Đăng nhập tài khoản” cho phép người dùng truy cập vào hệ thống bằng số điện thoại và mật khẩu đã đăng ký. Sau khi đăng nhập thành công, hệ thống sẽ chuyển người dùng đến giao diện phù hợp với vai trò (Sinh viên, Giảng viên hoặc Admin).

<ul style="list-style-type: none"> – Actor chính: Người dùng (Giảng viên/Sinh viên/Admin) 										
<ul style="list-style-type: none"> – Actor phụ: Không 										
<ul style="list-style-type: none"> – Tiền điều kiện (Pre-condition): <ul style="list-style-type: none"> • Người dùng đã có tài khoản hợp lệ trong hệ thống. • Hệ thống đang hoạt động bình thường. 										
<ul style="list-style-type: none"> – Hậu điều kiện (Post-condition): <ul style="list-style-type: none"> • Thành công: Người dùng được đăng nhập và chuyển đến giao diện tương ứng với vai trò. • Thất bại: Người dùng không đăng nhập được và vẫn ở màn hình đăng nhập. 										
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện chính (main flow): 										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Người dùng</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Hệ thống</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 10px;"> 1. Người dùng chọn chức năng “Đăng nhập”. </td> <td style="padding: 10px;"> 2. Hệ thống hiển thị form đăng nhập gồm: - Số điện thoại - Mật khẩu </td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;"> 3. Người dùng nhập số điện thoại. </td> <td style="padding: 10px;"> 4. Hệ thống kiểm tra định dạng số điện thoại ngay khi người dùng nhập. </td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;"> 5. Người dùng nhập mật khẩu. </td> <td style="padding: 10px;"> 6. Hệ thống kiểm tra định dạng mật khẩu ngay khi người dùng nhập. </td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;"> 7. Người dùng nhấn nút “Đăng nhập”. </td> <td style="padding: 10px;"> 8. Hệ thống thực hiện kiểm tra dữ liệu đầu vào (không được bỏ trống). </td> </tr> </tbody> </table>	Người dùng	Hệ thống	1. Người dùng chọn chức năng “Đăng nhập”.	2. Hệ thống hiển thị form đăng nhập gồm: - Số điện thoại - Mật khẩu	3. Người dùng nhập số điện thoại.	4. Hệ thống kiểm tra định dạng số điện thoại ngay khi người dùng nhập.	5. Người dùng nhập mật khẩu.	6. Hệ thống kiểm tra định dạng mật khẩu ngay khi người dùng nhập.	7. Người dùng nhấn nút “Đăng nhập”.	8. Hệ thống thực hiện kiểm tra dữ liệu đầu vào (không được bỏ trống).
Người dùng	Hệ thống									
1. Người dùng chọn chức năng “Đăng nhập”.	2. Hệ thống hiển thị form đăng nhập gồm: - Số điện thoại - Mật khẩu									
3. Người dùng nhập số điện thoại.	4. Hệ thống kiểm tra định dạng số điện thoại ngay khi người dùng nhập.									
5. Người dùng nhập mật khẩu.	6. Hệ thống kiểm tra định dạng mật khẩu ngay khi người dùng nhập.									
7. Người dùng nhấn nút “Đăng nhập”.	8. Hệ thống thực hiện kiểm tra dữ liệu đầu vào (không được bỏ trống).									

	<p>9. Hệ thống kiểm tra thông tin tài khoản trong cơ sở dữ liệu (đúng SĐT, mật khẩu và đã kích hoạt).</p>
	<p>10. Hệ thống xác định vai trò người dùng.</p>
	<p>11. Hệ thống chuyển đến giao diện tương ứng.</p>
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
	<p>4.1. Số điện thoại không hợp lệ.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Không đủ 10 chữ số • Không bắt đầu bằng 03, 05, 07, 08, 09 • Chứa ký tự đặc biệt, chữ cái hoặc khoảng trắng <p>→ Hệ thống hiển thị thông báo realtime:</p> <p>“Số điện thoại không hợp lệ”</p> <p>→ Người dùng nhập lại số điện thoại.</p>
	<p>6.1. Mật khẩu không hợp lệ.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dưới 8 ký tự • Không chứa chữ cái thường • Không chứa chữ số <p>→ Hệ thống hiển thị thông báo realtime:</p>

	“Mật khẩu không đúng định dạng” → Người dùng nhập lại mật khẩu.
	8.1. Nếu người dùng bỏ trống thông tin, hệ thống hiển thị thông báo: “Vui lòng nhập đầy đủ thông tin!”.
	9.1. Nếu sai Số điện thoại hoặc Mật khẩu, hệ thống hiển thị thông báo: “Số điện thoại hoặc mật khẩu không đúng!”.
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	
3.1. Người dùng đóng trình duyệt hoặc chuyển sang trang khác mà không nhấn đăng nhập.	

4.2.2. Đăng xuất

Đặc tả use case “Đăng xuất tài khoản”

– Tên use case: Đăng xuất tài khoản
– Mô tả sơ lược: Chức năng Đăng xuất cho phép người dùng thoát khỏi hệ thống sau khi sử dụng xong.
– Actor chính: Người dùng (Giảng viên, Sinh viên)
– Actor phụ: Không
– Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

– **Hậu điều kiện (Post-condition):** Phiên làm việc của người dùng kết thúc, hệ thống quay lại màn hình đăng nhập.

– **Luồng sự kiện chính (main flow):**

Người dùng	Hệ thống
1. Người dùng chọn chức năng “Đăng xuất”.	2. Hệ thống hiển thị thông báo xác nhận đăng xuất.
3. Người dùng xác nhận đăng xuất.	4. Hệ thống xóa cookies trình duyệt của người dùng.
	5. Hệ thống chuyển về giao diện đăng nhập. Kết thúc usecase.

– **Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):**

3.1 Người dùng chọn nút hủy.	3.2 Hệ thống hủy tiến trình đăng xuất.
------------------------------	--

– **Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):**

--

4.2.3. Khôi phục mật khẩu

Đặc tả use case “Khôi phục mật khẩu”

– **Tên use case:** Khôi phục mật khẩu

<ul style="list-style-type: none"> – Mô tả sơ lược: Use case “Khôi phục mật khẩu” cho phép người dùng thiết lập lại mật khẩu mới thông qua email và mã OTP khi quên mật khẩu. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor chính: Người dùng (Giảng viên, Sinh viên) 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor phụ: Hệ thống Email (Gửi OTP) 	
<ul style="list-style-type: none"> – Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã truy cập thành công vào website. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Hậu điều kiện (Post-condition): Đổi mật khẩu thành công. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện chính (main flow): 	
Người dùng	Hệ thống
1. Người dùng click vào liên kết/nút “Quên mật khẩu?”.	2. Hệ thống hiển thị Modal/Form yêu cầu nhập Email để khôi phục mật khẩu.
3. Người dùng nhập email.	4. Hệ thống kiểm tra định dạng email.
5. Người dùng click nút “Xác nhận”.	6. Hệ thống kiểm tra sự tồn tại của email.
	7. Hệ thống tạo và gửi mã OTP (mật khẩu dùng một lần) đến địa chỉ Email đã nhập. Đồng thời, hệ thống hiển thị Modal/Form nhập Mã OTP và đếm ngược thời gian hiệu lực của OTP.
8. Người dùng kiểm tra Email, nhận mã OTP, và nhập Mã OTP vào form.	

9. Người dùng click nút “Xác Nhận OTP”.	10. Hệ thống kiểm tra mã OTP.
	11. Hệ thống hiển thị Modal/Form Thiết Lập Mật Khẩu Mới bao gồm 2 trường: “Mật khẩu mới” và “Nhập lại mật khẩu mới”.
12. Người dùng nhập Mật khẩu mới và Nhập lại mật khẩu mới.	
13. Người click “Xác nhận”	14. Hệ thống kiểm tra sự khớp nhau của 2 trường.
	15. Hệ thống cập nhật mật khẩu mới cho tài khoản người dùng và thông báo: “Khôi phục mật khẩu thành công. Bạn có thể đăng nhập bằng mật khẩu mới.”.
16. Người dùng xác nhận. Kết thúc usecase.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
	4.1 Email người dùng nhập không đúng định dạng chuẩn (ví dụ: thiếu @, thiếu tên miền, chứa ký tự đặc biệt không hợp lệ, v.v.).
	4.2 Hệ thống hiển thị thông báo lỗi: “Email không đúng định dạng. Vui lòng kiểm tra lại.”.

4.3 Người dùng nhập lại email.	
	6.1 Email không tồn tại trong cơ sở dữ liệu.
6.2 Người dùng nhập lại email.	
	10.1 Hệ thống phát hiện OTP không hợp lệ.
10.2 Người dùng nhập lại mã OTP.	
	10.3 Hệ thống phát hiện OTP hết hạn.
10.4 Người dùng chọn thoát hoặc quay về bước 3.	
	14.1 Kiểm tra 2 trường dữ liệu không giống nhau.
	14.2 Hệ thống quay lại bước 11.
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	
5.1 Người dùng chọn nút hủy. Kết thúc usecase	

4.2.4. Quản lý tài khoản cá nhân

Đặc tả use case “Xem hồ sơ cá nhân”

– Tên use case: Xem hồ sơ cá nhân
– Mô tả sơ lược: Chức năng này cho phép người dùng xem các thông tin tài khoản.

<ul style="list-style-type: none"> – Actor chính: Người dùng (Sinh viên, Giảng viên) 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor phụ: Không 	
<ul style="list-style-type: none"> – Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Hậu điều kiện (Post-condition): Người dùng xem được thông tin hồ sơ cá nhân của mình. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện chính (main flow): 	
Người dùng	Hệ thống
<p>1. Người dùng chọn chức năng “Xem hồ sơ cá nhân” trên giao diện chính.</p>	<p>2. Hệ thống hiển thị thông tin tài khoản bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Họ và tên - Mã - Email - Số điện thoại - Giới tính - Ngày sinh
<p>3. Người dùng xem hồ sơ cá nhân. Kết thúc usecase.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện thay thế (alternate flow): 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow): 	

Đặc tả use case “Cập nhật thông tin tài khoản”

<ul style="list-style-type: none"> – Tên use case: Cập nhật thông tin tài khoản 	
<ul style="list-style-type: none"> – Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép người dùng chỉnh sửa và cập nhật các thông tin cá nhân của bản thân trong hệ thống. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor chính: Người dùng (Giảng viên/ Sinh viên) 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor phụ: Không 	
<ul style="list-style-type: none"> – Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Hậu điều kiện (Post-condition): <ul style="list-style-type: none"> + Nếu thông tin hợp lệ: hệ thống lưu lại thông tin mới vào cơ sở dữ liệu. + Nếu thất bại: hệ thống thông báo lỗi và giữ nguyên thông tin cũ. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện chính (main flow): 	
Người dùng	Hệ thống
1. Người dùng chọn chức năng “Sửa hồ sơ”.	2. Hệ thống hiển thị form gồm: <ul style="list-style-type: none"> - Họ và tên - Mã - Email - Số điện thoại - Giới tính - Ngày sinh
3. Người dùng nhập thông tin cần chỉnh sửa vào form bao gồm: <ul style="list-style-type: none"> - Họ và tên 	4. Hệ thống kiểm tra định dạng email và số điện thoại.

<ul style="list-style-type: none"> - Email - Số điện thoại - Giới tính - Ngày sinh 	
5. Người dùng nhấn nút “Cập nhật”.	6. Hệ thống kiểm tra nhập các trường bắt buộc.
	7. Hệ thống hiển thị thông báo “Cập nhật thành công” và lưu thông tin vào CSDL.
8. Người dùng xác nhận. Kết thúc use case.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
	<p>4.1. Hệ thống kiểm tra “Email” không đúng định dạng.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Không có ký tự @. - Có nhiều hơn một ký tự @. - Thiếu phần tên người dùng (trước @). - Thiếu phần miền (sau @). - Thiếu đuôi miền (ví dụ .com, .vn). - Đuôi miền ngắn hơn 2 ký tự hoặc chứa số/ký tự đặc biệt. - Chứa ký tự không hợp lệ (dấu cách, dấu „, #, \$, %, ...). - Bắt đầu hoặc kết thúc bằng dấu chấm(.) ở tên người dùng.

	<ul style="list-style-type: none"> - Có dấu chấm liên tiếp trong tên người dùng hoặc tên miền. <p>Hệ thống kiểm tra “Số điện thoại” không đúng định dạng.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Số di động: 10 chữ số, bắt đầu bằng 03, 05, 07, 08, 09. - Không chứa ký tự đặc biệt, chữ cái, khoảng trắng.
	4.2. Hệ thống quay lại bước 2.
	6.1 Hệ thống kiểm tra chưa nhập các trường dữ liệu bắt buộc.
	6.2 Hệ thống quay về bước 2.
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

4.2.5. Xem lịch sử điểm danh

Đặc tả use case “Xem lịch sử điểm danh”

<ul style="list-style-type: none"> – Tên use case: Xem lịch sử điểm danh
<ul style="list-style-type: none"> – Mô tả sơ lược: Chức năng Xem lịch sử điểm danh cho phép sinh viên tra cứu thông tin lịch sử điểm danh của mình.
<ul style="list-style-type: none"> – Actor chính: Sinh viên

<ul style="list-style-type: none"> – Actor phụ: Không 	
<ul style="list-style-type: none"> – Tiền điều kiện (Pre-condition): Sinh viên đã đăng nhập vào hệ thống. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Hậu điều kiện (Post-condition): Sinh viên xem được lịch sử điểm danh theo vai trò của mình. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện chính (main flow): 	
Sinh viên	Hệ thống
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sinh viên chọn chức năng “Xem lịch sử điểm danh”. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Hệ thống hiển thị danh sách lịch sử điểm danh tương ứng bao gồm: <ul style="list-style-type: none"> - Mã điểm danh - Trạng thái - Môn học - Thời gian điểm danh - Thao tác
<ol style="list-style-type: none"> 3. Sinh viên xem chi tiết lịch sử điểm danh. Kết thúc Use case. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện thay thế (alternate flow): 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow): 	

4.2.6. Xem lịch học/dạy

Đặc tả use case “Xem lịch học/dạy”

<p>– Tên use case: Xem lịch học/dạy</p>	
<p>– Mô tả sơ lược: Chức năng Xem lịch học/dạy cho phép người dùng (Sinh viên, Giảng viên) tra cứu thời khóa biểu.</p>	
<p>– Actor chính: Người dùng (Sinh viên, Giảng viên)</p>	
<p>– Actor phụ: Không</p>	
<p>– Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống.</p>	
<p>– Hậu điều kiện (Post-condition): Người dùng xem được lịch học/giảng dạy theo vai trò của mình.</p>	
<p>– Luồng sự kiện chính (main flow):</p>	
Người dùng	Hệ thống
1. Người dùng chọn chức năng “Xem lịch học”.	2. Hệ thống hiển thị giao diện tra cứu lịch học theo tuần bao gồm: - Tiết lớp - Thời gian - Giảng viên - Phòng - Trạng thái thời gian điểm danh
3. Người dùng chọn điều kiện xem lịch (Theo tháng/ năm).	4. Hệ thống hiển thị lịch học theo lịch theo điều kiện lọc.

<p>4. Người dùng xem lịch học. Kết thúc Use case.</p>	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
	4.1 Nếu không có dữ liệu lịch học trong khoảng thời gian đã chọn.
	4.2 Hệ thống hiển thị thông báo “Không có lịch học trong thời gian này”.
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

4.2.7. Thiết lập khuôn mặt

Đặc tả use case “Thiết lập khuôn mặt”

<p>– Tên use case: Thiết lập khuôn mặt</p>
<p>– Mô tả sơ lược: Use case này mô tả quá trình sinh viên quét và thiết lập dữ liệu khuôn mặt 3D lần đầu hoặc cập nhật lại mẫu khuôn mặt 3D của mình. Hệ thống sử dụng camera để thu thập dữ liệu, xử lý và lưu trữ mẫu 3D phục vụ cho việc điểm danh bằng nhận diện khuôn mặt.</p>
<p>– Actor chính: Sinh viên.</p>
<p>– Actor phụ: Hệ thống.</p>
<p>– Tiền điều kiện (Pre-condition):</p>

<ul style="list-style-type: none"> + Sinh viên đã đăng nhập vào ứng dụng. + Thiết bị có camera hoạt động bình thường. + Môi trường có ánh sáng phù hợp. 	
<p>– <u>Hậu điều kiện (Post-condition):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> + Mẫu khuôn mặt 3D của sinh viên được lưu thành công trong hệ thống. + Sinh viên có thể sử dụng khuôn mặt 3D này để điểm danh. 	
<p>– <u>Luồng sự kiện chính (main flow):</u></p>	
Sinh viên	Hệ thống
1. Sinh viên chọn chức năng “Thiết lập khuôn mặt”.	2. Hệ thống hiển thị giao diện camera, sẵn sàng chụp ảnh.
3. Sinh viên đặt khuôn mặt trước camera và làm theo hướng dẫn.	4. Hệ thống ghi nhận gương mặt của sinh viên và lưu bằng file mp4 vào thư mục hệ thống.
	5. Hệ thống trích xuất vector đặc trưng khuôn mặt từ file mp4 và lưu đường dẫn vào cơ sở dữ liệu.
	6. Hệ thống thông báo “Thiết lập khuôn mặt thành công”.
7. Sinh viên xác nhận. Kết thúc Usecase.	
– <u>Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):</u>	

	4.1 Không phát hiện được khuôn mặt.
	4.2 Hệ thống thông báo “Không phát hiện khuôn mặt” và quay lại bước 1.
	4.3 Nhiều khuôn mặt xuất hiện trong 1 khung hình.
	4.4 Hệ thống thông báo “Phát hiện nhiều khuôn mặt trong một khung hình” và quay về bước 1.
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

4.2.8. Điểm danh bằng khuôn mặt

Đặc tả use case “Điểm danh bằng khuôn mặt”

– Tên use case: Điểm danh bằng khuôn mặt
– Mô tả sơ lược: Chức năng điểm danh bằng khuôn mặt cho phép sinh viên xác thực danh tính bằng khuôn mặt của mình để thực hiện điểm danh một cách tự động và nhanh chóng.
– Actor chính: Sinh viên.
– Actor phụ: Không có
– Tiền điều kiện (Pre-condition):

<ul style="list-style-type: none"> + Sinh viên đã đăng nhập vào ứng dụng. + Sinh viên có trong lịch học + Thiết bị có camera hoạt động bình thường. + Môi trường có ánh sáng phù hợp. 	
<p>– <u>Hậu điều kiện (Post-condition):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> + Sinh viên điểm danh thành công. + Dữ liệu điểm danh được lưu vào cơ sở dữ liệu. 	
<p>– <u>Luồng sự kiện chính (main flow):</u></p>	
Sinh viên	Hệ thống
1. Sinh viên chọn chức năng “Điểm danh khuôn mặt”.	2. Hệ thống hiển thị giao diện camera.
3. Sinh viên đặt khuôn mặt trước camera.	4. Hệ thống bắt đầu quét và nhận diện khuôn mặt trong khung hình.
	5. Hệ thống xác nhận khuôn mặt (số lượng 1) và tìm kiếm khuôn mặt trùng khớp trong dữ liệu sinh viên.
	6. Hệ thống kiểm tra xem đã đến giờ điểm danh hợp lệ chưa.
	7. Hệ thống kiểm tra dữ liệu điểm danh hiện tại của sinh viên đó trong buổi học.
	8. Hệ thống thông báo “Điểm danh thành công” và lưu dữ liệu điểm danh vào cơ sở dữ liệu.

<p>9. Sinh viên xác nhận. Kết thúc Usecase.</p> <p>– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):</p>	
	<p>4.1 Không nhận diện được khuôn mặt.</p>
	<p>4.2 Hệ thống thông báo “Không phát hiện được khuôn mặt” và quay lại bước 1.</p>
	<p>4.3 Nhiều khuôn mặt xuất hiện trong 1 khung hình.</p>
	<p>4.4 Hệ thống thông báo “Phát hiện nhiều khuôn mặt trong một khung hình” và quay về bước 1.</p>
	<p>5.1 Khuôn mặt không hợp lệ.</p>
	<p>5.2 Hệ thống hiển thị thông báo “Khuôn mặt không khớp với bất kỳ sinh viên nào. Vui lòng thử lại” và quay về bước 1.</p>
<p>– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):</p>	
<p>E1: Chưa tới giờ điểm danh</p> <p>6.1 Hệ thống phát hiện sinh viên chưa tới giờ điểm danh.</p> <p>6.2 Hệ thống hiển thị thông báo: “Chưa tới giờ điểm danh”.</p> <p>6.3 Sinh viên xác nhận và kết thúc usecase.</p>	

E2: Sinh viên đã điểm danh trong cùng buổi học

- 7.1 Hệ thống phát hiện sinh viên đã điểm danh trước đó trong khung giờ điểm danh.
- 7.2 Hệ thống hiển thị cảnh báo: “Bạn đã điểm danh trước đó. Không thể điểm danh lại.”.
- 7.3 Use case kết thúc mà không lưu thêm dữ liệu trùng lặp.

4.2.9. Điểm danh bằng QR code

Đặc tả use case “Điểm danh bằng QR code”

<ul style="list-style-type: none">– Tên use case: Điểm danh bằng QR code
<ul style="list-style-type: none">– Mô tả sơ lược: Chức năng Điểm danh bằng QR code cho phép người sinh viên điểm danh QR code. Tránh trong trường hợp không điểm danh được bằng khuôn mặt.
<ul style="list-style-type: none">– Actor chính: Sinh viên
<ul style="list-style-type: none">– Actor phụ: Không
<ul style="list-style-type: none">– Tiền điều kiện (Pre-condition):<ul style="list-style-type: none">+ Sinh viên đã đăng nhập vào hệ thống.+ Giảng viên đã tạo mã QR và chuyển mã QR thành công đến sinh viên.+ Sinh viên có trong lịch học.
<ul style="list-style-type: none">– Hậu điều kiện (Post-condition):<ul style="list-style-type: none">+ Sinh viên điểm danh thành công.+ Dữ liệu điểm danh được lưu vào cơ sở dữ liệu.

– Luồng sự kiện chính (main flow):	
Sinh viên	Hệ thống
1. Sinh viên chọn chức năng “Điểm danh bằng QR code”.	2. Hệ thống hiển thị QR code.
3. Sinh viên quét QR code bằng điện thoại hoặc tải ảnh QR code lên.	4. Hệ thống ghi nhận điểm danh bằng QR code.
	5. Hệ thống lưu dữ liệu vào cơ sở dữ liệu và hiển thị thông báo “Điểm danh thành công”.
6. Sinh viên xác nhận. Kết thúc Use case.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
	4.1 Hệ thống không nhận diện được QR code.
	4.2 Hệ thống quay lại bước 3.
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	
<ul style="list-style-type: none"> - Mã QR code đã hết hạn <ul style="list-style-type: none"> • Hệ thống phát hiện mã QR đã hết hạn (quá thời gian điểm danh). • Hệ thống hiển thị thông báo: “Mã QR đã hết hạn. Vui lòng yêu cầu giảng viên cấp mã mới.”. 	

4.2.10. Đăng ký lịch học

Đặc tả use case “Đăng ký lịch học”

<p>– Tên use case: Đăng ký lịch học</p>				
<p>– Mô tả sơ lược: Chức năng đăng ký lịch học mô tả quá trình sinh viên đăng ký các môn học và lịch học trong học kỳ. Hệ thống cho phép sinh viên xem danh sách môn học mở, lựa chọn lớp học phù hợp và tiến hành đăng ký.</p>				
<p>– Actor chính: Sinh viên</p>				
<p>– Actor phụ: Không</p>				
<p>– Tiền điều kiện (Pre-condition): Sinh viên đã đăng nhập vào hệ thống.</p>				
<p>– Hậu điều kiện (Post-condition):</p> <ul style="list-style-type: none">+ Sinh viên đăng ký môn học thành công.+ Thông tin đăng ký được lưu vào cơ sở dữ liệu.+ Lịch học được cập nhật vào thời khóa biểu của sinh viên và của giảng viên.				
<p>– Luồng sự kiện chính (main flow):</p> <table border="1"><thead><tr><th>Sinh viên</th><th>Hệ thống</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Sinh viên chọn chức năng “Đăng ký lịch học”.</td><td>2. Hệ thống hiển thị form nhập thông tin đăng ký lịch học bao gồm:<ul style="list-style-type: none">- Họ và tên- Giới tính- Ngày sinh</td></tr></tbody></table>	Sinh viên	Hệ thống	1. Sinh viên chọn chức năng “Đăng ký lịch học”.	2. Hệ thống hiển thị form nhập thông tin đăng ký lịch học bao gồm: <ul style="list-style-type: none">- Họ và tên- Giới tính- Ngày sinh
Sinh viên	Hệ thống			
1. Sinh viên chọn chức năng “Đăng ký lịch học”.	2. Hệ thống hiển thị form nhập thông tin đăng ký lịch học bao gồm: <ul style="list-style-type: none">- Họ và tên- Giới tính- Ngày sinh			

<p>3. Sinh viên nhập thông tin vào form bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Họ và tên - Giới tính - Ngày sinh - Minh chứng 	<p>4. Hệ thống kiểm tra ngày sinh trên 18 tuổi.</p>
<p>5. Sinh viên nhấn nút “Tiếp theo”.</p>	<p>6. Hệ thống kiểm tra các dữ liệu bắt buộc.</p>
	<p>7. Hệ thống hiển thị form thông tin bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Năm học - Học kì - Khoa - Chuyên ngành
<p>8. Sinh viên chọn các thông tin</p> <ul style="list-style-type: none"> - Năm học - Học kì - Khoa - Chuyên ngành 	<p>9. Hệ thống hiển thị danh sách các môn đăng kí.</p>
<p>10. Sinh viên chọn môn học cần đăng kí..</p>	
<p>11. Sinh viên click nút đăng kí.</p>	<p>12. Kiểm tra đủ tín chỉ cho phép hay chưa.</p>

	13. Hệ thống lưu trữ dữ liệu và cơ sở dữ liệu và hiển thị thông báo “Đăng ký lịch học thành công”.
14. Sinh viên xác nhận. Kết thúc Use Case.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	
E1 – Sinh viên chưa đủ 18 tuổi	
<p>4.1. Hệ thống phát hiện sinh viên chưa đủ 18 tuổi.</p> <p>4.2. Hệ thống hiển thị thông báo lỗi: “Bạn chưa đủ điều kiện đăng ký”.</p> <p>4.3. Use Case kết thúc.</p>	
E2 – Chưa nhập dữ liệu bắt buộc	
<p>6.1. Hệ thống phát hiện các trường bắt buộc bị bỏ trống.</p> <p>6.2. Hệ thống thông báo lỗi: “Vui lòng nhập đủ thông tin”.</p> <p>6.3. Hệ thống quay lại bước 2.</p>	
E3 – Chưa đủ tín chỉ đăng ký	
<p>11.1. Hệ thống phát hiện số tín chỉ đăng ký vượt quá quy định.</p> <p>11.2. Hệ thống hiển thị thông báo lỗi “Không đủ tín chỉ để đăng ký môn này”.</p> <p>11.3. Hệ thống quay lại bước 8.</p>	

4.2.11. Xin nghỉ phép

Đặc tả use case “Xin nghỉ phép”

– Tên use case: Xin nghỉ phép	
– Mô tả sơ lược: Chức năng Xin nghỉ phép cho phép sinh viên tạo đơn nghỉ phép trực tuyến (có thông tin môn học, giảng viên, thời gian và lý do). Đơn sau khi gửi sẽ được chuyển đến giảng viên để xem xét và duyệt.	
– Actor chính: Sinh viên	
– Actor phụ: Không	
– Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống.	
– Hậu điều kiện (Post-condition): Đơn xin nghỉ phép được lưu trong hệ thống và gửi đến giảng viên phụ trách để xử lý.	
– Luồng sự kiện chính (main flow):	
Sinh viên	Hệ thống
1. Sinh viên chọn chức năng “Xin nghỉ phép”.	2. Hệ thống hiển thị form nhập thông tin xin nghỉ phép bao gồm: <ul style="list-style-type: none">- Tên môn học- Tên giảng viên- Lý do- Thời gian xin nghỉ- Minh chứng
3. Sinh viên nhập thông tin vào form bao gồm:	

<ul style="list-style-type: none"> - Tên môn học - Tên giảng viên - Lý do - Thời gian xin nghỉ - Minh chứng 	
4. Sinh viên nhấn nút “Gửi đơn”.	5. Hệ thống kiểm tra các trường dữ liệu trống.
	6. Hệ thống lưu thông tin vào CSDL và gửi thông báo đến giảng viên.
5. Sinh viên xác nhận. Kết thúc Use Case.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	
E1 – Thiếu dữ liệu bắt buộc <ul style="list-style-type: none"> 5.1 Hệ thống phát hiện trường bị bỏ trống. 5.2 Hiển thị: “Vui lòng nhập đầy đủ thông tin”. 5.3 Quay lại bước 2.3. 	

4.2.12. Xem thống kê điểm danh của sinh viên

Đặc tả use case “Thống kê điểm danh của sinh viên”

– **Tên use case:** Thống kê điểm danh

<ul style="list-style-type: none"> – Mô tả sơ lược: Chức năng Thông kê điểm danh cho phép sinh viên, theo dõi tình hình điểm danh. Sinh viên xem thông kê cá nhân; giảng viên xem thông kê lớp học; giáo vụ có thể xem thông kê toàn bộ hệ thống. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor chính: Sinh viên 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor phụ: Không 	
<ul style="list-style-type: none"> – Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Hậu điều kiện (Post-condition): Người dùng xem được báo cáo thống kê điểm danh của cá nhân. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện chính (main flow): 	
Sinh viên	Hệ thống
<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng chọn chức năng “Xem thống kê điểm danh”. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Hệ thống hiển thị báo cáo thống kê dưới dạng bảng và biểu đồ.
<ol style="list-style-type: none"> 3. Người dùng xem báo cáo thống kê. Kết thúc Use Case. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện thay thế (alternate flow): 	
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow): 	

4.2.13. Quản lý điểm danh

Đặc tả use case “Xem danh sách điểm danh”

– Tên use case: Xem danh sách điểm danh	
– Mô tả sơ lược: Chức năng xem danh sách điểm danh, cho phép giảng viên xem lại danh sách điểm danh của lớp học.	
– Actor chính: Giảng viên	
– Actor phụ: Không	
– Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống.	
– Hậu điều kiện (Post-condition): Người dùng xem danh sách điểm danh của lớp học.	
– Luồng sự kiện chính (main flow):	
Giảng viên	Hệ thống
1. Người dùng chọn chức năng “Quản lý điểm danh”.	2. Hệ thống hiển thị giao diện xem danh sách điểm danh.
3. Người dùng chọn lớp.	4. Hệ thống hiển thị danh sách môn học theo lớp.
5. Người dùng chọn môn học.	6. Hệ thống hiển thị danh sách điểm danh.
7. Người dùng xem danh sách điểm danh. Kết thúc Use Case.	

– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):

Đặc tả use case “Xuất file excel điểm danh”

– Tên use case: Xuất file excel điểm danh				
– Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép giảng viên tải về file Excel chứa danh sách điểm danh của lớp học theo môn học để lưu trữ và thống kê.				
– Actor chính: Giảng viên				
– Actor phụ: Không				
– Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống. Người dùng đã chọn lớp, môn học.				
– Hậu điều kiện (Post-condition): File Excel danh sách điểm danh được tải thành công về thiết bị của giảng viên.				
– Luồng sự kiện chính (main flow):				
<table border="1"><thead><tr><th>Giảng viên</th><th>Hệ thống</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Giảng viên nhấn nút “Tải file Excel”.</td><td>2. Hệ thống tạo file Excel từ dữ liệu điểm danh và tự động tải file Excel về máy.</td></tr></tbody></table>	Giảng viên	Hệ thống	1. Giảng viên nhấn nút “Tải file Excel”.	2. Hệ thống tạo file Excel từ dữ liệu điểm danh và tự động tải file Excel về máy.
Giảng viên	Hệ thống			
1. Giảng viên nhấn nút “Tải file Excel”.	2. Hệ thống tạo file Excel từ dữ liệu điểm danh và tự động tải file Excel về máy.			

3. Người dùng kiểm tra và lưu file. Kết thúc Use Case.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

4.2.14. Quản lý đơn nghỉ phép

Đặc tả use case “Xem danh sách đơn nghỉ phép”

– Tên use case: Xem danh sách đơn nghỉ phép	
– Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép giảng viên xem tất cả danh sách đơn nghỉ phép mà sinh viên đã gửi.	
– Actor chính: Giảng viên	
– Actor phụ: Không	
– Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống.	
– Hậu điều kiện (Post-condition): Người dùng xem được danh sách đơn nghỉ phép mà sinh viên gửi.	
– Luồng sự kiện chính (main flow):	
Giảng viên	Hệ thống

<p>1. Người dùng chọn chức năng “Duyệt đơn nghỉ phép”.</p>	<p>2. Hệ thống hiển thị giao diện danh sách các đơn nghỉ phép bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mã yêu cầu - Mã sinh viên - Lớp - Từ ngày - Đến ngày - Trạng thái - Hành động
<p>3. Người dùng xem danh sách đơn nghỉ phép. Kết thúc usecase.</p>	
<p>– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):</p>	
<p>– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):</p>	

Đặc tả use case “Duyệt từ/Tù chối đơn xin nghỉ phép”

<p>– Tên use case: Duyệt/ Từ chối đơn xin nghỉ phép</p>
<p>– Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép giảng viên duyệt/ từ chối đơn nghỉ phép mà sinh viên đã gửi.</p>
<p>– Actor chính: Giảng viên</p>
<p>– Actor phụ: Không</p>

<p>– Tiền điều kiện (Pre-condition): Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống. Người dùng đã truy cập vào trang quản lý đơn nghỉ phép.</p>	
<p>– Hậu điều kiện (Post-condition): Người dùng duyệt/ từ chối thành công đơn nghỉ phép mà sinh viên gửi.</p>	
<p>– Luồng sự kiện chính (main flow):</p>	
Giảng viên	Hệ thống
1. Người dùng chọn chức năng “Xem” một đơn nghỉ phép bất kì.	<p>2. Hệ thống hiển thị thông tin chi tiết đơn nghỉ phép:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mã đơn - Mã sinh viên - Lớp - Môn - Ngày bắt đầu - Ngày kết thúc - Hình ảnh - Trạng thái
3. Người dùng chọn duyệt/từ chối đơn nghỉ phép và nhập lý do.	4. Hệ thống thay đổi trạng thái đơn nghỉ phép và chuyển thông báo đến sinh viên.
5. Người dùng xác nhận. Kết thúc usecase.	
<p>– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):</p>	
3.1 Giảng viên chọn “Từ chối” nhưng không nhập lý do.	3.2 Hệ thống hiển thị thông báo: “Vui lòng nhập lý do từ chối.”

3.3 Quay lại bước 3.	
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

4.2.15. Tạo QR code

Đặc tả use case “Tạo QR code”

– Tên use case: Tạo QR code		
– Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép hệ thống hoặc giảng viên tạo mã QR code để điểm danh sinh viên trong một buổi học cụ thể. Sinh viên sẽ quét mã QR code này để ghi nhận sự có mặt.		
– Actor chính: Giảng viên		
– Actor phụ: Sinh viên		
– Tiền điều kiện (Pre-condition): Giảng viên đã đăng nhập vào hệ thống. Người dùng đã vào màn hình lịch dạy.		
– Hậu điều kiện (Post-condition): Một mã QR code được sinh ra, hiển thị trên màn hình (gửi cho sinh viên) để phục vụ điểm danh.		
– Luồng sự kiện chính (main flow):		
<table border="1"><tr><td>Giảng viên</td><td>Hệ thống</td></tr></table>	Giảng viên	Hệ thống
Giảng viên	Hệ thống	

1. Giảng viên chọn chức năng “Tạo QR code điểm danh” của 1 lịch học bất kì.	2. Hệ thống hiển thị màn hình chờ tạo QR code.
3. Giảng viên chọn bán kính, số phút hạn QR code	
4. Giảng viên nhấn nút “Tạo QR”.	5. Hệ thống sinh mã QR code chứa thông tin điểm danh (Môn học, Lớp, Buổi học, Thời gian hiệu lực).
	6. Hệ thống hiển thị thông báo “Tạo QR code thành công” và lưu ảnh vào cơ sở dữ liệu.
7. Giảng viên xác nhận. Kết thúc usecase.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

4.2.16. Xem báo cáo dành cho giảng viên

Đặc tả use case “Xem báo cáo”

<ul style="list-style-type: none"> – Tên use case: Xem báo cáo 								
<ul style="list-style-type: none"> – Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép giảng viên sau khi đăng nhập có thể xem tổng quan số liệu lớp học, môn học, sinh viên và thống kê điểm danh. 								
<ul style="list-style-type: none"> – Actor chính: Giảng viên 								
<ul style="list-style-type: none"> – Actor phụ: Không 								
<ul style="list-style-type: none"> – Tiền điều kiện (Pre-condition): Giảng viên đã đăng nhập vào hệ thống. 								
<ul style="list-style-type: none"> – Hậu điều kiện (Post-condition): Giảng viên xem được toàn bộ dữ liệu tổng quan trên Dashboard. 								
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện chính (main flow): 								
<table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Giảng viên</th> <th style="text-align: center;">Hệ thống</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> 1. Giảng viên truy cập vào trang Dashboard. </td> <td> 2. Hệ thống hiển thị các thông tin tổng quan gồm: - Tổng số lớp đang dạy - Tổng số môn đang dạy - Tổng số sinh viên </td> </tr> <tr> <td> 3. Giảng viên chọn lọc dữ liệu (Lớp/môn). </td> <td> 4. Hệ thống hiển thị dữ liệu theo dữ liệu lọc. </td> </tr> <tr> <td> 5. Giảng viên xem báo cáo. Kết thúc usecase. </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Giảng viên	Hệ thống	1. Giảng viên truy cập vào trang Dashboard.	2. Hệ thống hiển thị các thông tin tổng quan gồm: - Tổng số lớp đang dạy - Tổng số môn đang dạy - Tổng số sinh viên	3. Giảng viên chọn lọc dữ liệu (Lớp/môn).	4. Hệ thống hiển thị dữ liệu theo dữ liệu lọc.	5. Giảng viên xem báo cáo. Kết thúc usecase.	
Giảng viên	Hệ thống							
1. Giảng viên truy cập vào trang Dashboard.	2. Hệ thống hiển thị các thông tin tổng quan gồm: - Tổng số lớp đang dạy - Tổng số môn đang dạy - Tổng số sinh viên							
3. Giảng viên chọn lọc dữ liệu (Lớp/môn).	4. Hệ thống hiển thị dữ liệu theo dữ liệu lọc.							
5. Giảng viên xem báo cáo. Kết thúc usecase.								
<ul style="list-style-type: none"> – Luồng sự kiện thay thế (alternate flow): 								

3.1 Giảng viên không chọn lọc dữ liệu.	3.2. Hệ thống dữ nguyên giao diện thống kê ban đầu.
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

4.2.17. Duyệt lịch học

Đặc tả use case “Duyệt lịch học”

– Tên use case: Duyệt lịch học				
– Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép admin sau khi đăng nhập thành công có thể duyệt lịch học của sinh viên sau khi đăng kí.				
– Actor chính: Admin				
– Actor phụ: Không.				
– Tiền điều kiện (Pre-condition): Admin đã đăng nhập vào hệ thống. Admin đã chọn sinh viên để duyệt lịch học.				
– Hậu điều kiện (Post-condition): Admin duyệt được lịch học của tất cả các sinh viên.				
– Luồng sự kiện chính (main flow):				
<table border="1"><thead><tr><th>Admin</th><th>Hệ thống</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Admin chọn chức năng “Quản lý lịch học”.</td><td>2. Hệ thống hiển thị danh sách sinh viên.</td></tr></tbody></table>	Admin	Hệ thống	1. Admin chọn chức năng “Quản lý lịch học”.	2. Hệ thống hiển thị danh sách sinh viên.
Admin	Hệ thống			
1. Admin chọn chức năng “Quản lý lịch học”.	2. Hệ thống hiển thị danh sách sinh viên.			

3. Admin chọn sinh viên muốn xem lịch học.	4. Hệ thống hiển thị ra danh sách các môn mà sinh viên đó đã đăng ký.
5. Admin chọn 1 hoặc nhiều môn.	
6. Admin click nút “Duyệt”.	7. Hệ thống chuyển đổi trạng thái lịch học.
8. Admin xem thông tin lịch học. Kết thúc Use Case.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

4.2.18. Quản lý hồ sơ cá nhân

Đặc tả use case “Xem danh sách tài khoản”

– Tên use case: Xem danh sách tài khoản
– Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép admin sau khi đăng nhập thành công có thể xem được danh sách các tài khoản.
– Actor chính: Admin
– Actor phụ: Không.

<ul style="list-style-type: none"> Tiền điều kiện (Pre-condition): Admin đã đăng nhập vào hệ thống. 	
<ul style="list-style-type: none"> Hậu điều kiện (Post-condition): Admin xem được danh sách tài khoản của người dùng. 	
<ul style="list-style-type: none"> Luồng sự kiện chính (main flow): 	
Admin	Hệ thống
1. Admin chọn chức năng “Quản lý tài khoản”.	<p>2. Hệ thống hiển thị thông tin tài khoản muốn xem bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mã - Họ tên - Email - Số điện thoại - Trạng thái tài khoản - Trạng thái khóa
3. Admin xem thông tin tài khoản. Kết thúc Use Case.	
<ul style="list-style-type: none"> Luồng sự kiện thay thế (alternate flow): 	
<ul style="list-style-type: none"> Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow): 	

Đặc tả use case “Thêm tài khoản”

- Tên use case:** Thêm tài khoản

<ul style="list-style-type: none"> Mô tả sơ lược: Chức năng “Thêm tài khoản” cho phép admin sau khi đăng nhập thành công có thể thêm được danh sách các tài khoản. 	
<ul style="list-style-type: none"> Actor chính: Admin 	
<ul style="list-style-type: none"> Actor phụ: Không. 	
<ul style="list-style-type: none"> Tiền điều kiện (Pre-condition): Admin đã đăng nhập vào hệ thống. Admin đã vào trang quản lý tài khoản. 	
<ul style="list-style-type: none"> Hậu điều kiện (Post-condition): Admin thêm được danh sách tài khoản của người dùng. 	
<ul style="list-style-type: none"> Luồng sự kiện chính (main flow): 	
Admin	Hệ thống
1. Admin chọn chức năng “Thêm tài khoản”.	2. Hệ thống hiển thị giao diện tạo tài khoản.
3. Admin click “Tải lên file excel”.	
4. Admin chọn file excel tải lên từ máy tính.	5. Hệ thống hiển thị danh sách tài khoản vừa mới tải lên từ excel.
6. Admin chọn 1/ nhiều tài khoản muốn tạo.	
7. Admin click nút “Xác nhận tạo tài khoản”.	8. Hệ thống tạo các tài khoản thành công và gửi mật khẩu thông qua mail.
9. Admin xác nhận. Kết thúc Use Case.	

<p>– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):</p>	
<p>– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):</p>	

Đặc tả use case “Cấp lại mật khẩu tài khoản”

<p>– Tên use case: Cấp lại mật khẩu tài khoản</p>				
<p>– Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép admin sau khi đăng nhập thành công có thể cấp lại mật khẩu cho tài khoản bất kỳ. Và mật khẩu đó được gửi tới người dùng thông qua email.</p>				
<p>– Actor chính: Admin</p>				
<p>– Actor phụ: Không.</p>				
<p>– Tiền điều kiện (Pre-condition): Admin đã đăng nhập vào hệ thống. Admin đã truy cập vào màn hình quản lý tài khoản.</p>				
<p>– Hậu điều kiện (Post-condition): Admin cấp lại mật khẩu thành công cho người dùng.</p>				
<p>– Luồng sự kiện chính (main flow):</p> <table border="1"><thead><tr><th>Admin</th><th>Hệ thống</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Admin chọn chức năng “Cấp lại mật khẩu” cho 1 tài khoản bất kỳ.</td><td>2. Hệ thống hiển thị form thông tin cấp lại mật khẩu bao gồm: Mật khẩu mới.</td></tr></tbody></table>	Admin	Hệ thống	1. Admin chọn chức năng “Cấp lại mật khẩu” cho 1 tài khoản bất kỳ.	2. Hệ thống hiển thị form thông tin cấp lại mật khẩu bao gồm: Mật khẩu mới.
Admin	Hệ thống			
1. Admin chọn chức năng “Cấp lại mật khẩu” cho 1 tài khoản bất kỳ.	2. Hệ thống hiển thị form thông tin cấp lại mật khẩu bao gồm: Mật khẩu mới.			

3. Admin nhập mật khẩu mới.	
4. Admin click nút “Xác nhận”.	5. Hệ thống lưu mật khẩu mới và chuyển mật khẩu tới người dùng thông qua email.
6. Admin xác nhận. Kết thúc Use Case.	
– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):	
3.1 Admin click nút tạo mật khẩu ngẫu nhiên.	3.2 Hệ thống tự động tạo mật khẩu ngẫu nhiên.
– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):	

Đặc tả use case “Thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản”

– Tên use case: Thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản
– Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép admin sau khi đăng nhập thành công có thể thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản.
– Actor chính: Admin
– Actor phụ: Không.
– Tiền điều kiện (Pre-condition): Admin đã đăng nhập vào hệ thống.

– **Hậu điều kiện (Post-condition):** Admin thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản thành công.

– **Luồng sự kiện chính (main flow):**

Admin	Hệ thống
1. Admin chọn chức năng “Tạm dừng” cho 1 tài khoản bất kì.	2. Hệ thống hiển thị popup tạm dừng.
3. Admin click nút “Xác nhận”	4. Hệ thống cập nhật trạng thái mới cho tài khoản.
5. Admin xác nhận. Kết thúc Use Case.	

– **Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):**

--	--

– **Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):**

--

4.2.19. Báo cáo tổng quan

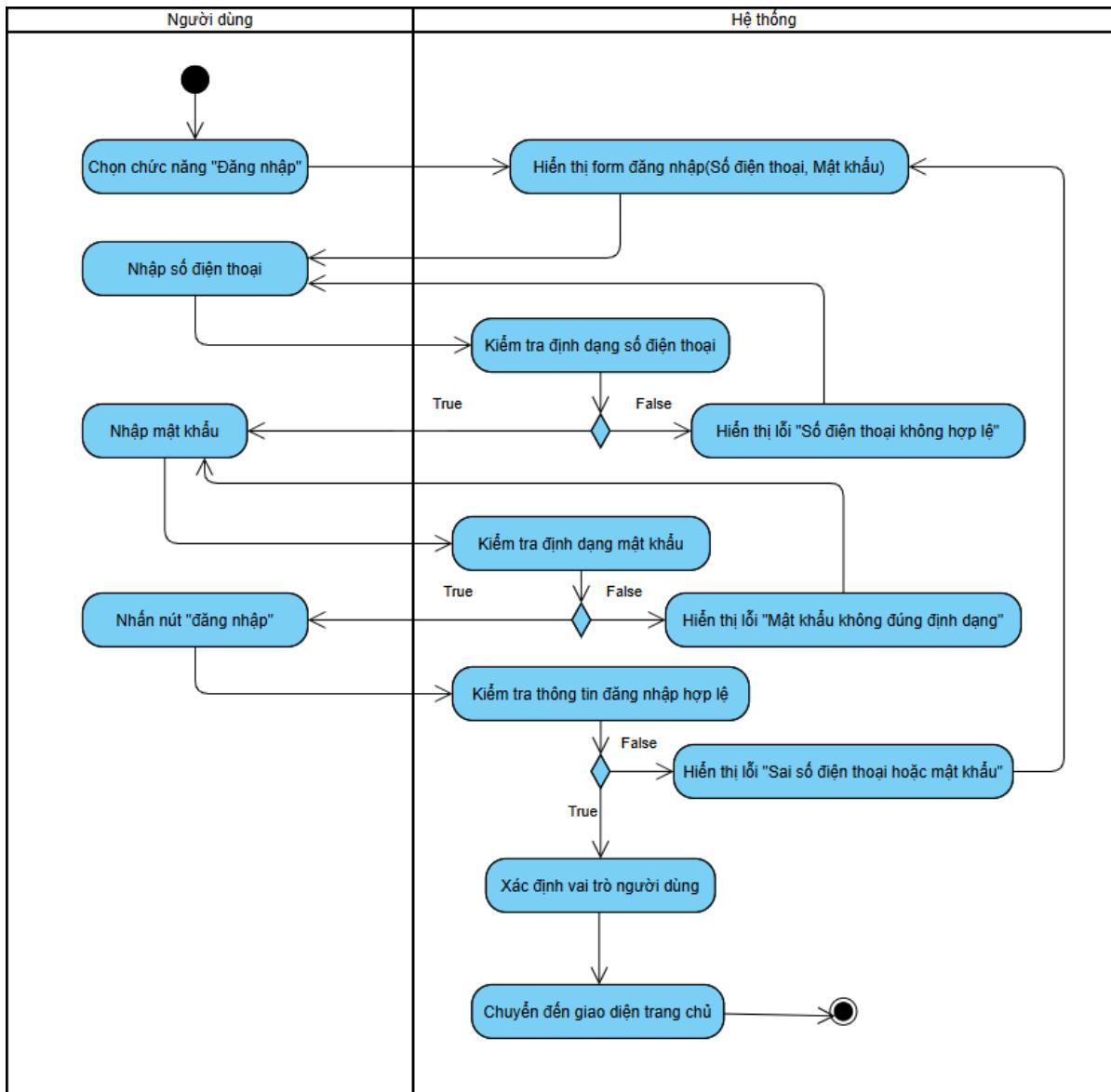
Đặc tả use case “Xem Dashboard tổng quan”

<ul style="list-style-type: none"> – Tên use case: Xem Dashboard tổng quan 	
<ul style="list-style-type: none"> – Mô tả sơ lược: Chức năng cho phép admin sau khi đăng nhập có thể xem tổng quan số liệu. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor chính: Admin 	
<ul style="list-style-type: none"> – Actor phụ: Không 	
<ul style="list-style-type: none"> – Tiền điều kiện (Pre-condition): Admin đã đăng nhập vào hệ thống. 	
<ul style="list-style-type: none"> – Hậu điều kiện (Post-condition): Admin xem được toàn bộ dữ liệu tổng quan trên Dashboard. 	
<p>– Luồng sự kiện chính (main flow):</p>	
Admin	Hệ thống
1. Admin truy cập vào trang Dashboard.	2. Hệ thống hiển thị các thông tin tổng quan gồm: <ul style="list-style-type: none"> - Tổng số sinh viên - Tổng số giảng viên - Tổng số buổi điểm danh
3. Admin xem báo cáo. Kết thúc usecase.	
<p>– Luồng sự kiện thay thế (alternate flow):</p>	
<p>– Luồng sự kiện ngoại lệ (exception flow):</p>	



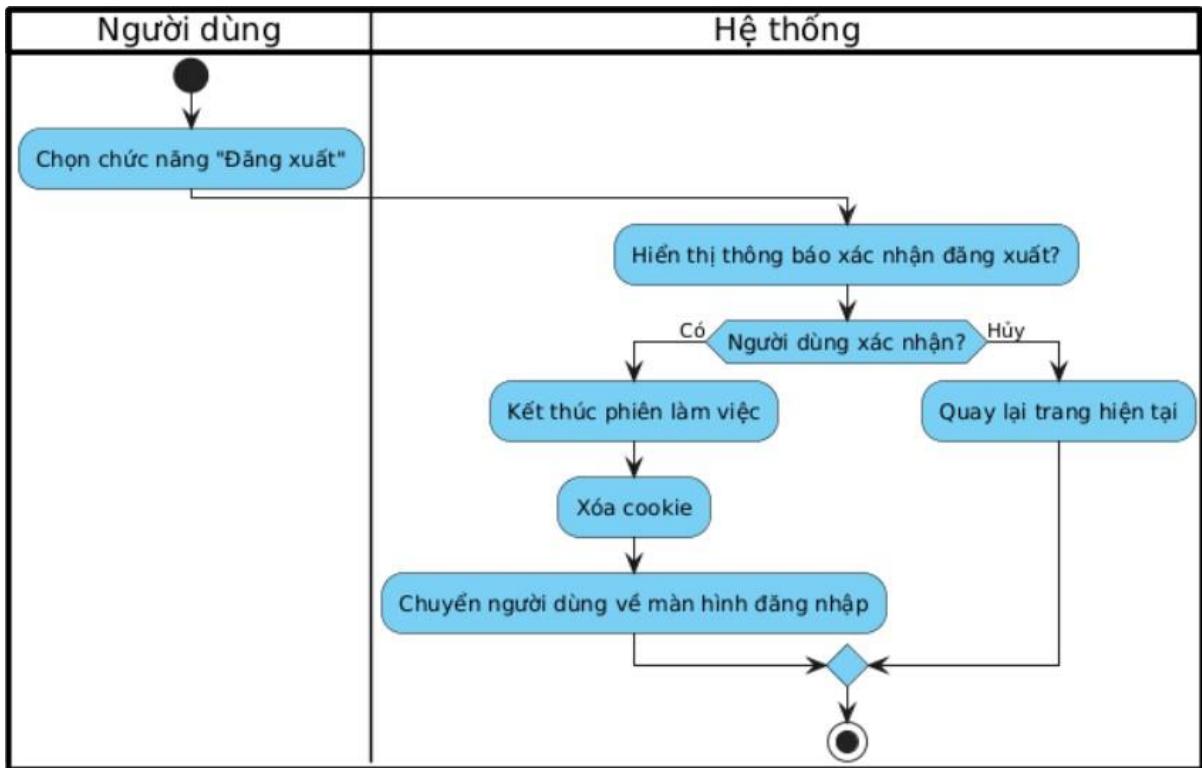
4.3. Sơ đồ activity

- Đăng nhập tài khoản



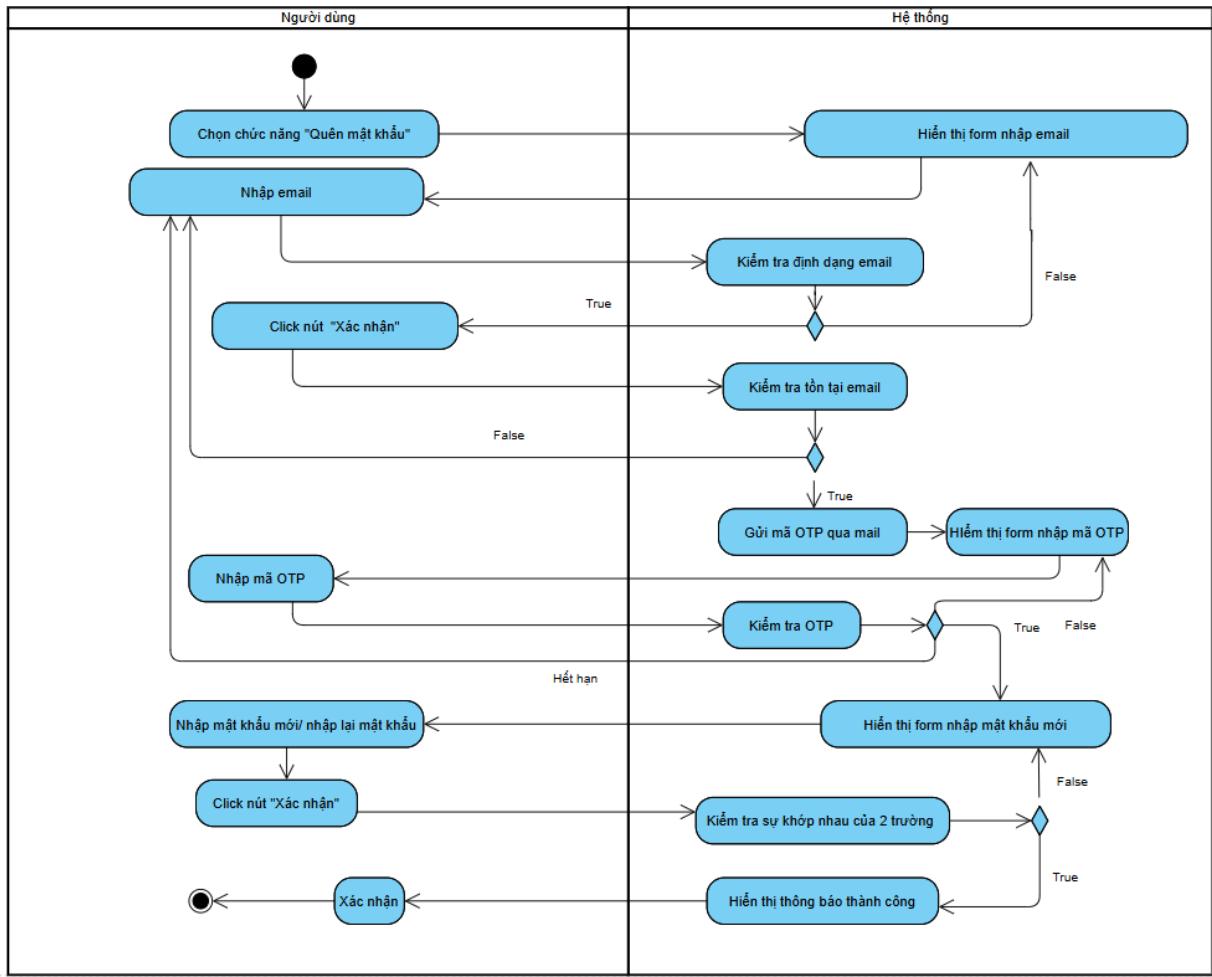
Hình 4.3.1 Activity đăng nhập tài khoản

- Đăng xuất tài khoản



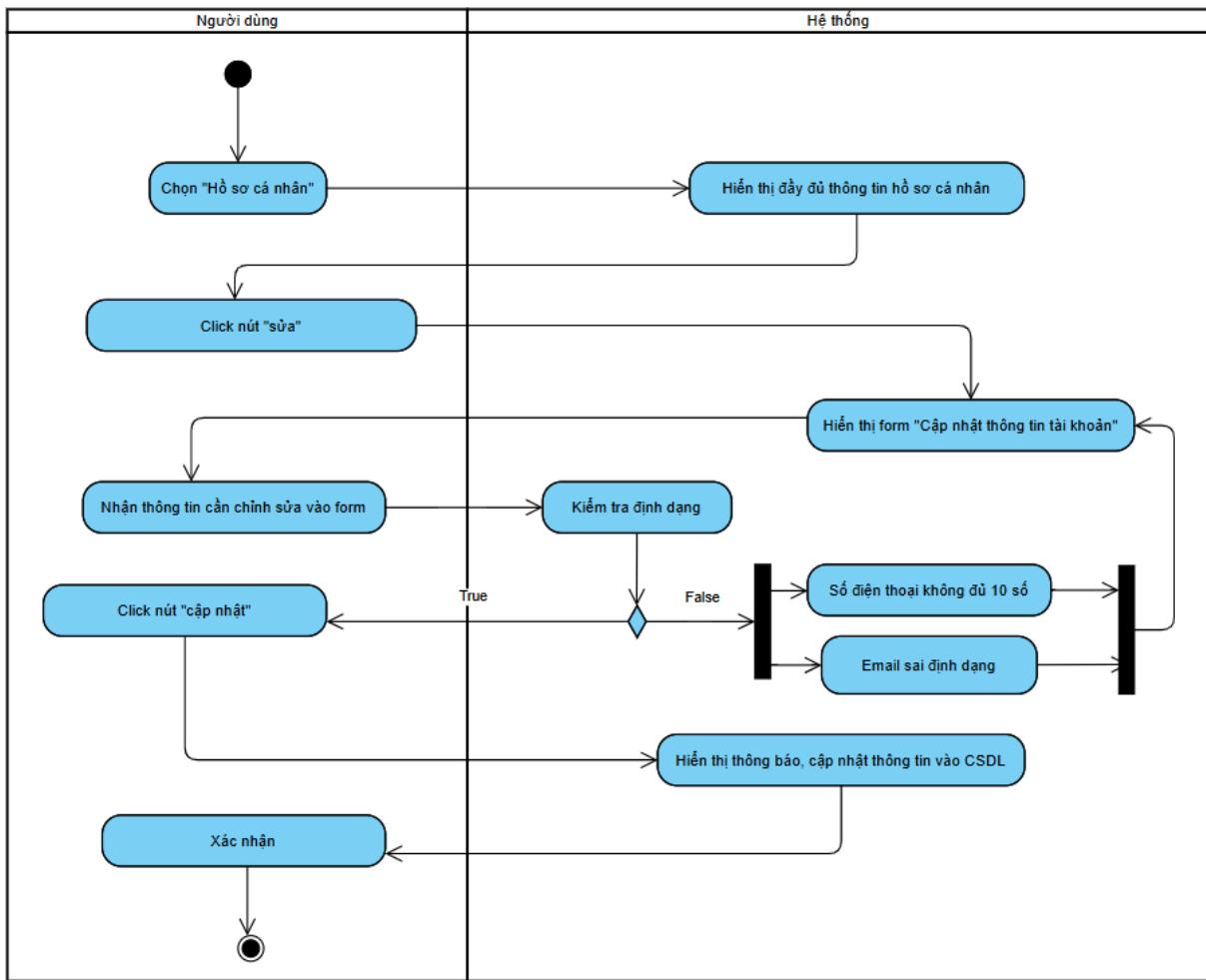
Hình 4.3.2 Activity đăng xuất tài khoản

- Khôi phục mật khẩu



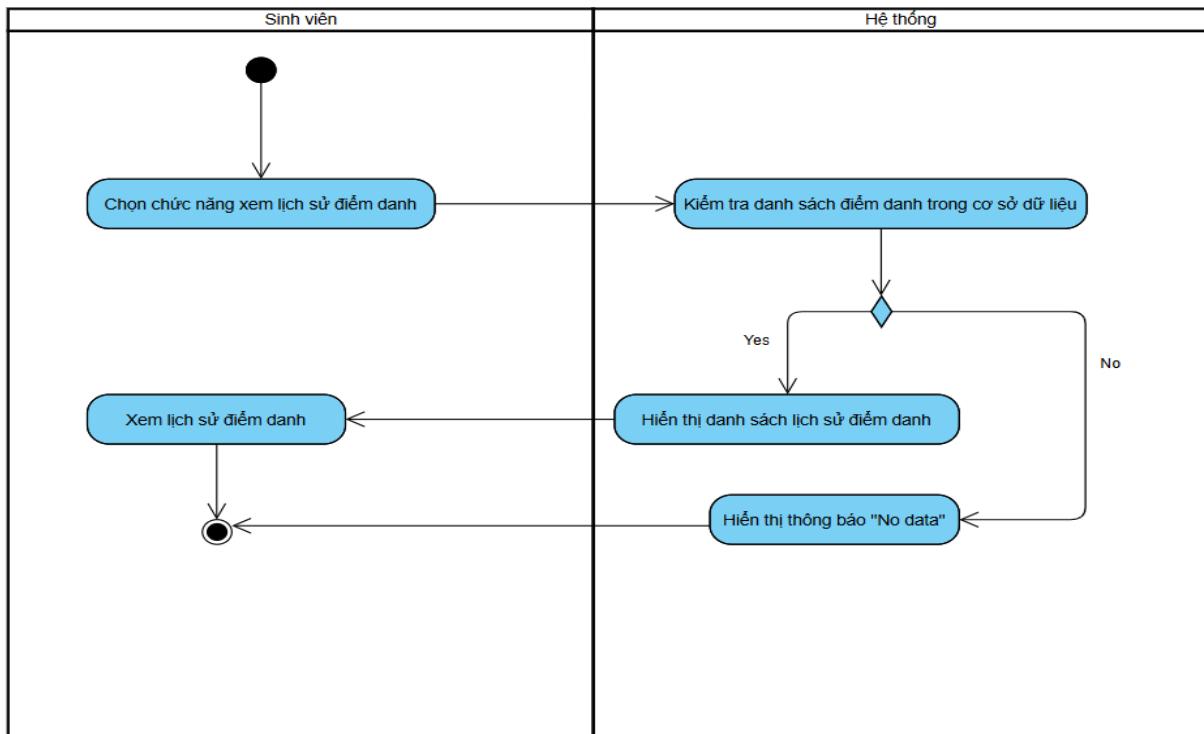
Hình 4.3.3 Activity đổi mật khẩu

- Quản lý hồ sơ cá nhân



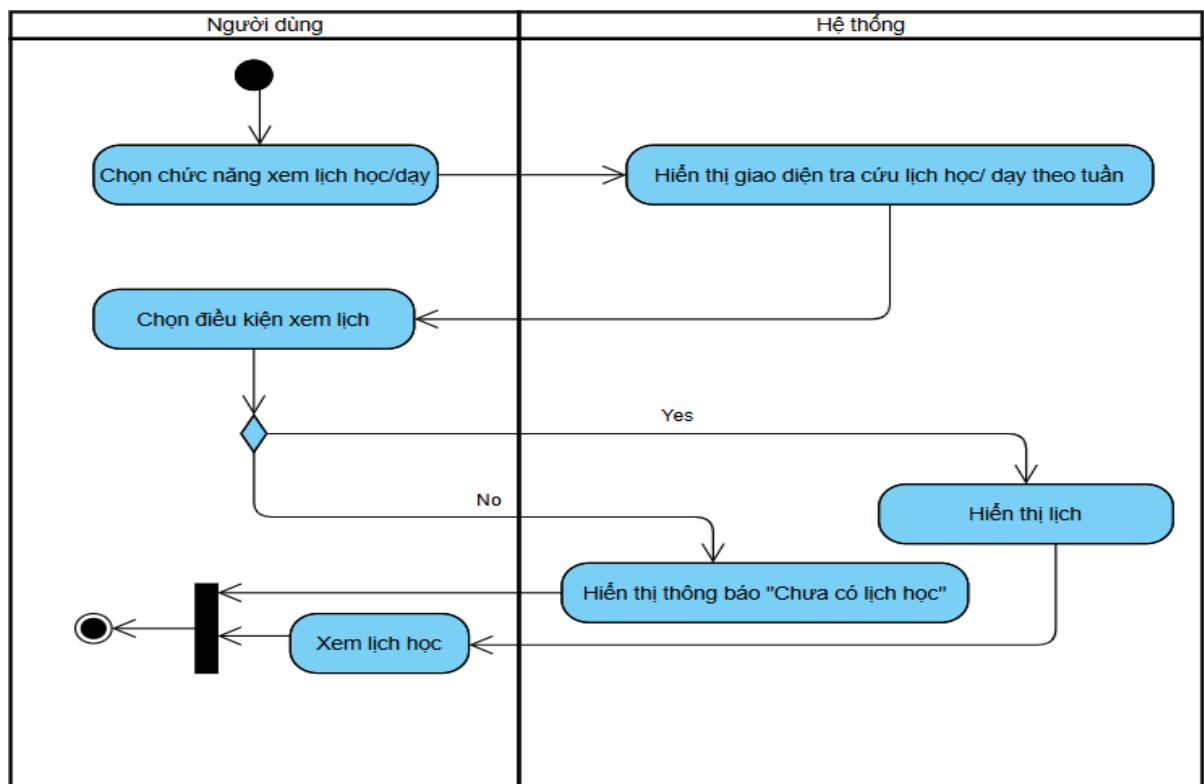
Hình 4.3.4 Activity cập nhật thông tin tài khoản

- Xem lịch sử điểm danh



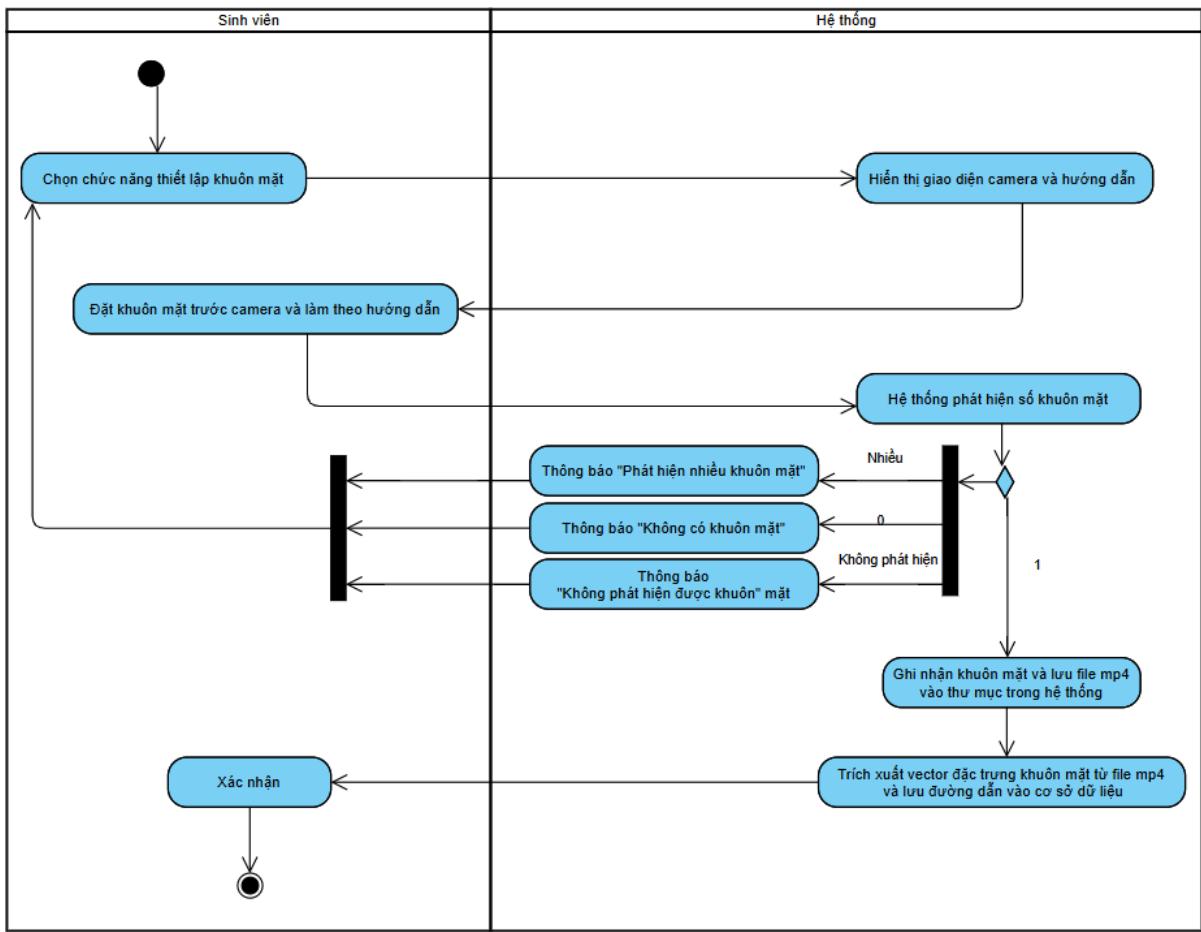
Hình 4.3.5 Activity xem lịch sử điểm danh

- Xem lịch học/ dạy



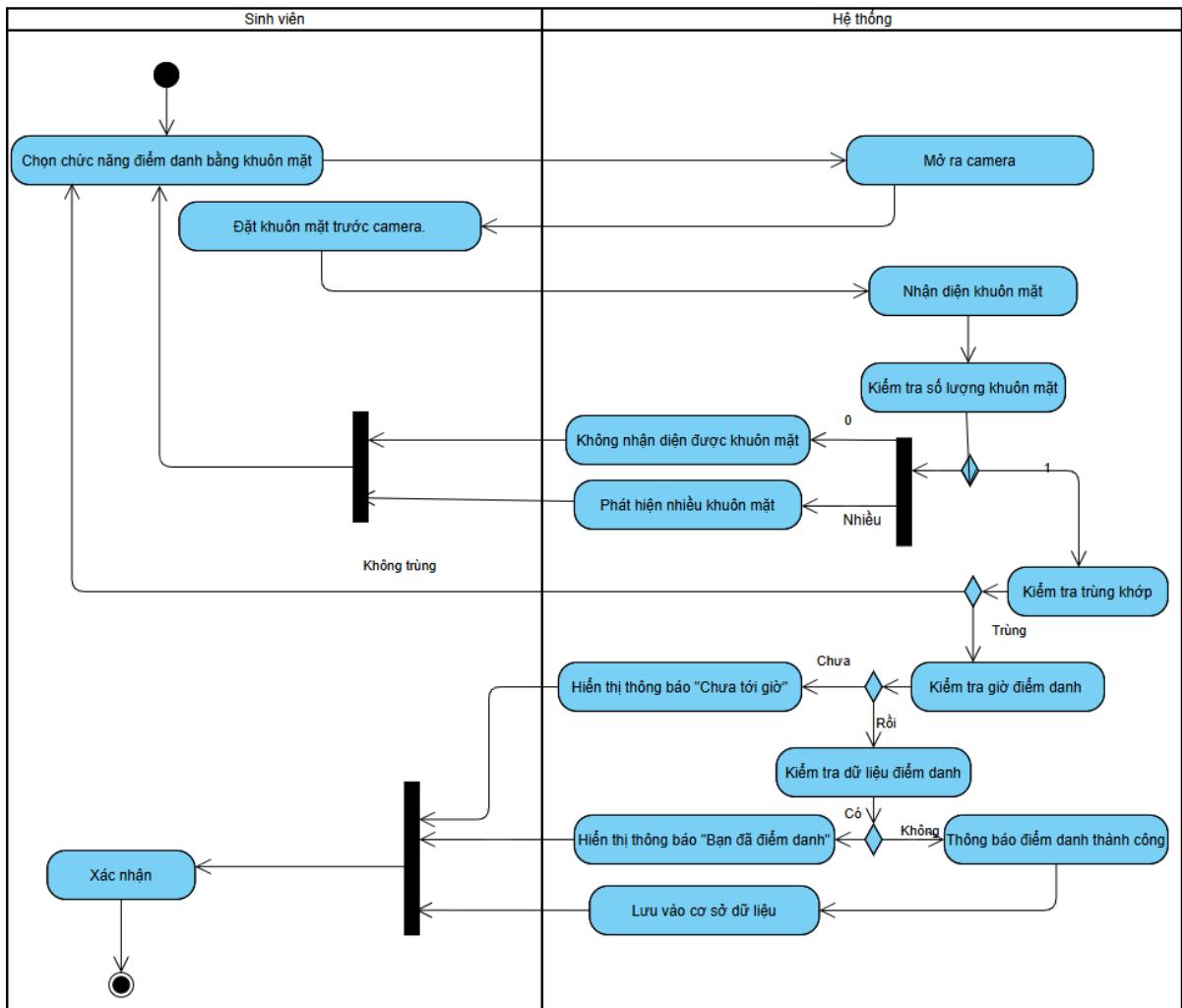
Hình 4.3.6 Activity xem lịch học

- Thiết lập khuôn mặt



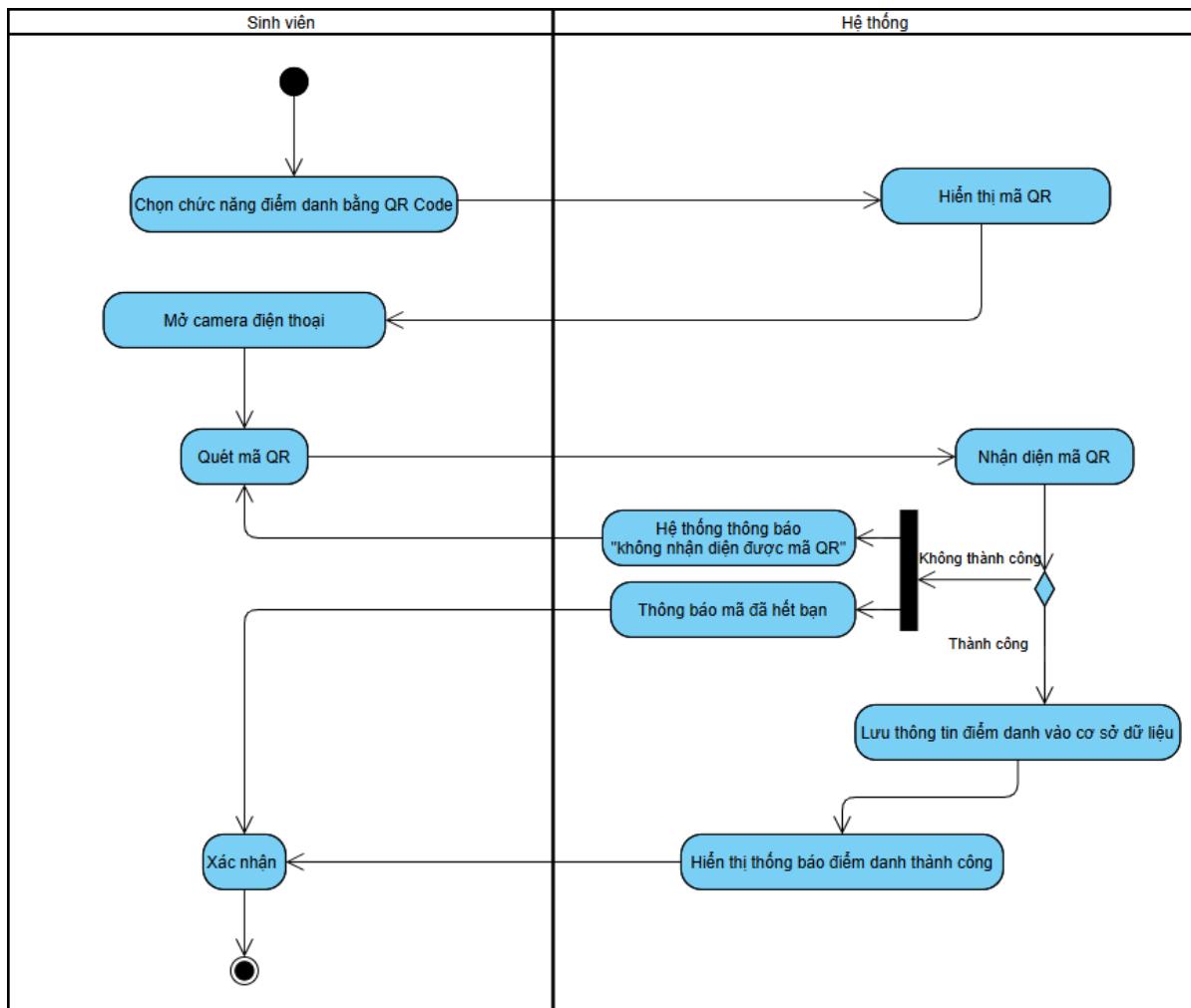
Hình 4.3.7 Activity thiết lập khuôn mặt

- Điểm danh bằng khuôn mặt



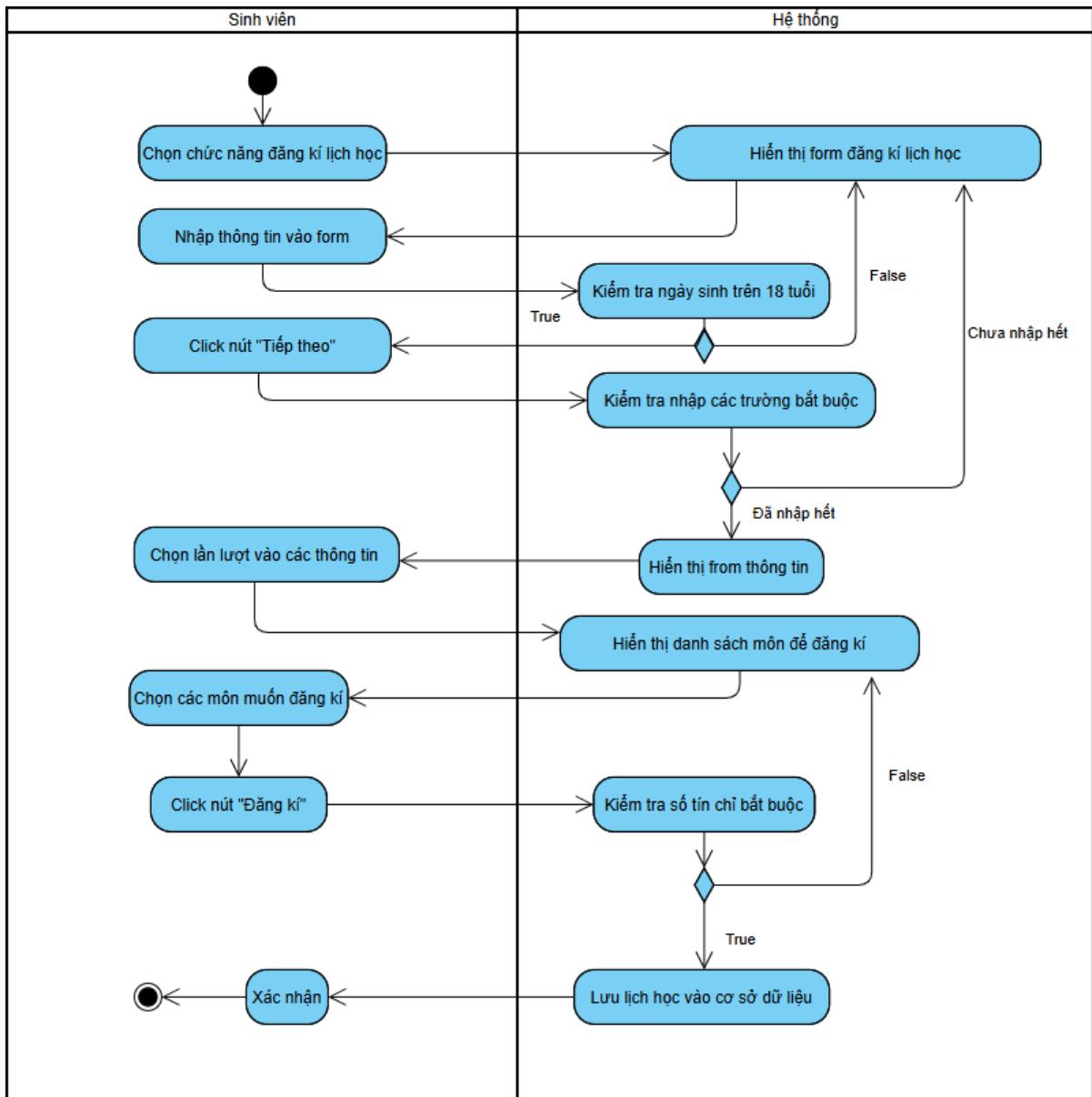
Hình 4.3.8 Activity điểm danh bằng khuôn mặt

- Điểm danh bằng QR



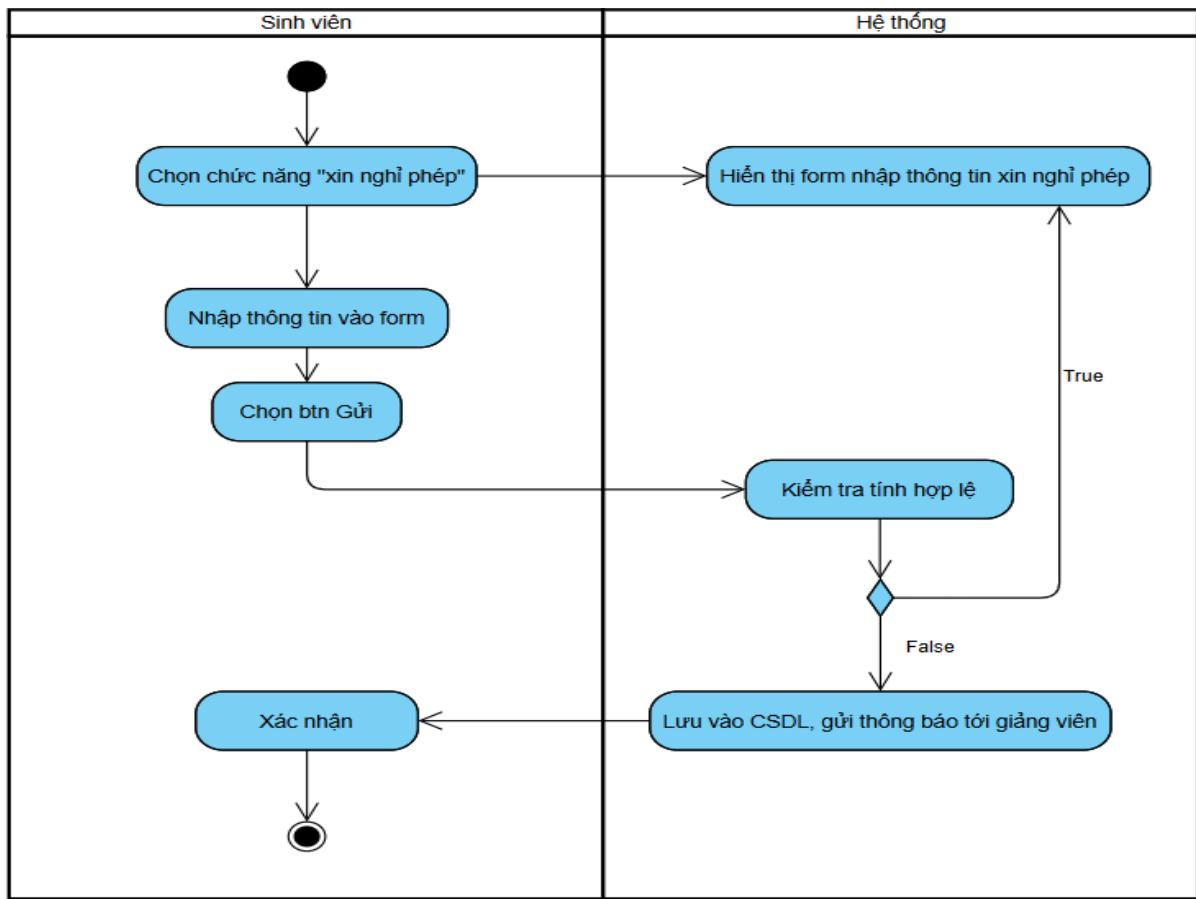
Hình 4.3.9 Activity điểm danh bằng QR code

- Đăng ký lịch học



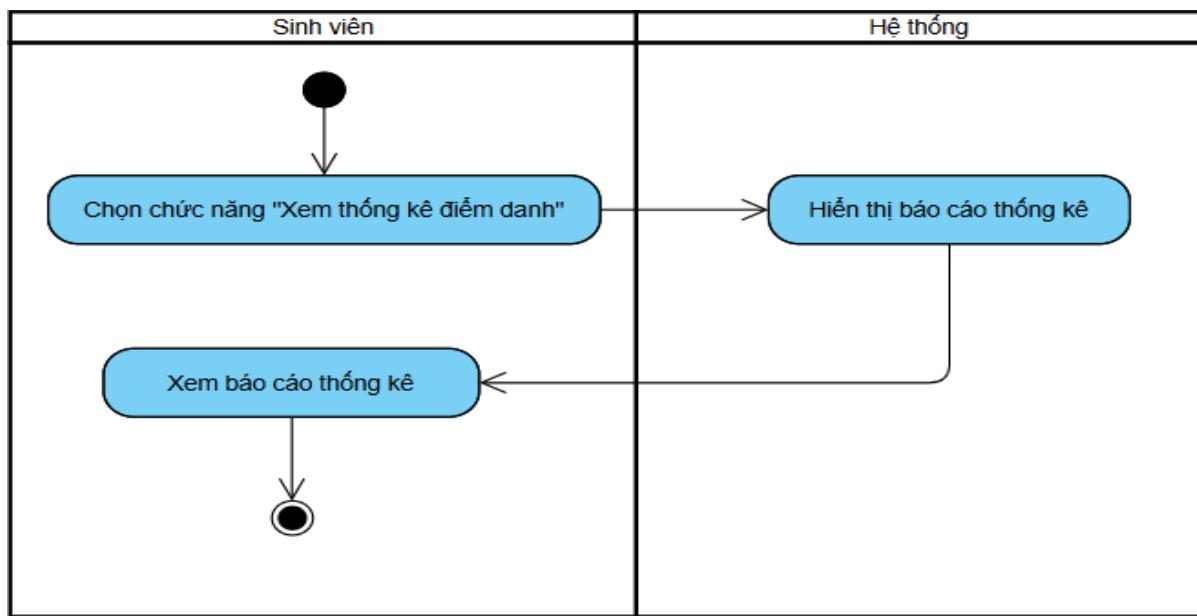
Hình 4.3.10 Activity đăng ký lịch học

- Xin nghỉ phép



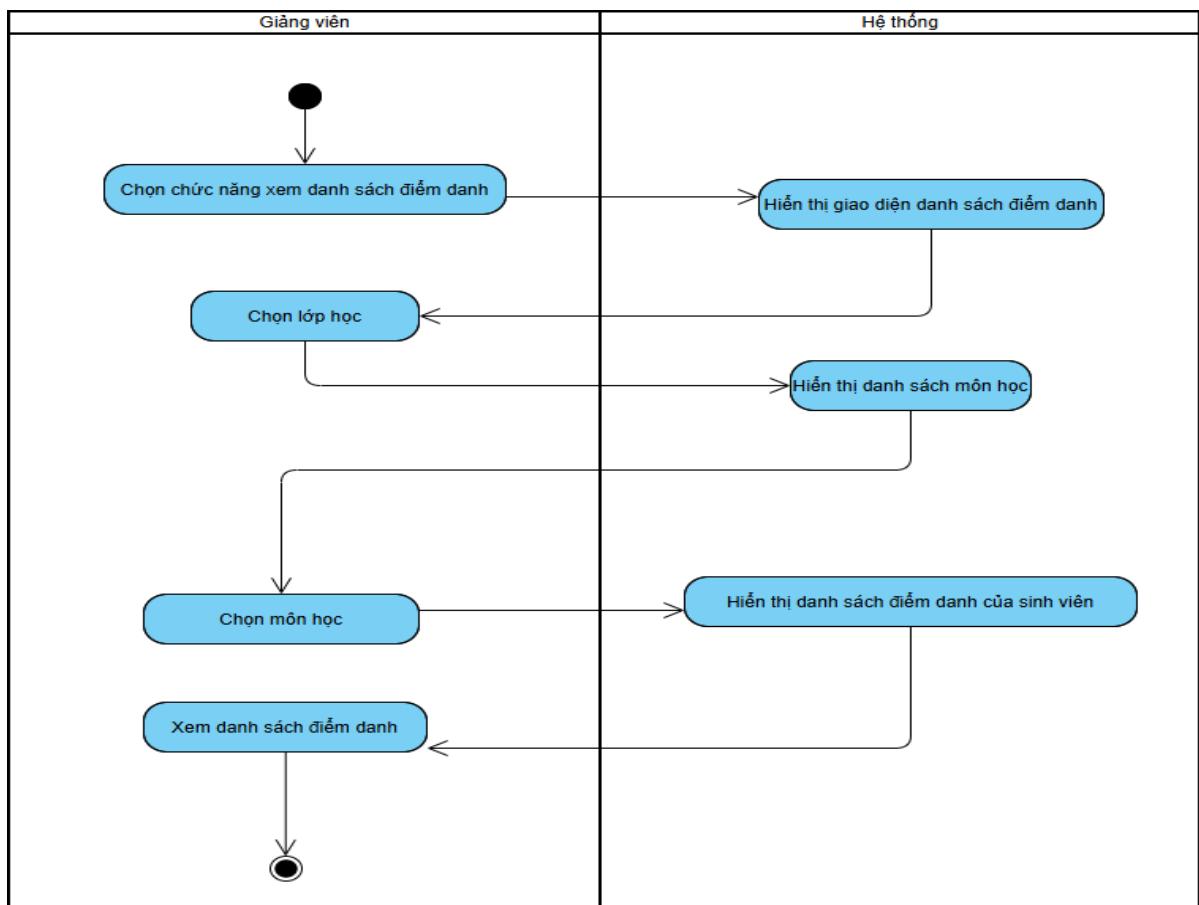
Hình 4.3.11 Activity xin nghỉ phép

- Xem thống kê điểm danh của sinh viên



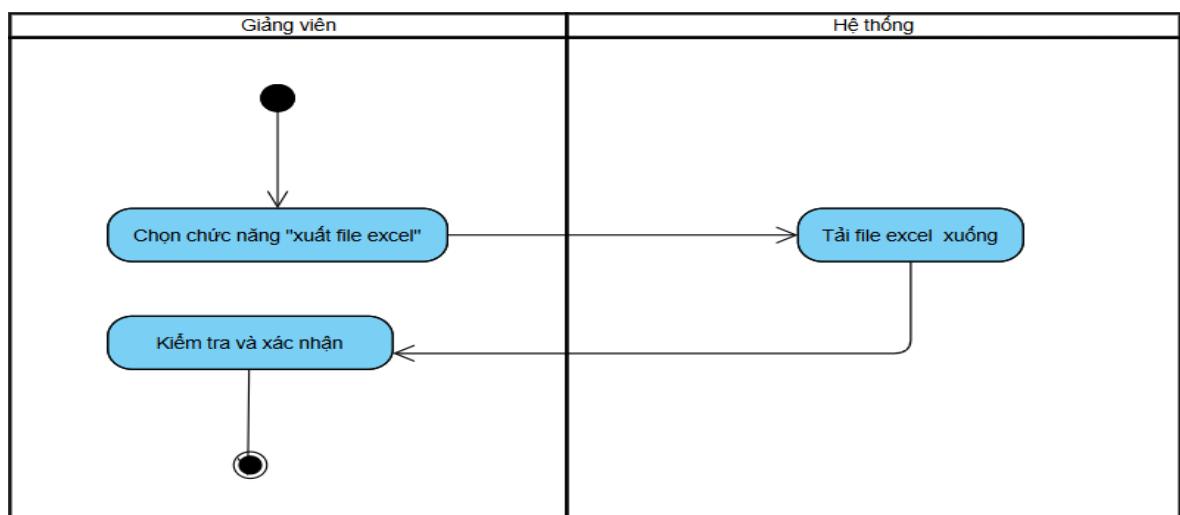
Hình 4.3.12 Activity xem thống kê điểm danh cho sinh viên

- Quản lý điểm danh
 - + Xem danh sách điểm danh



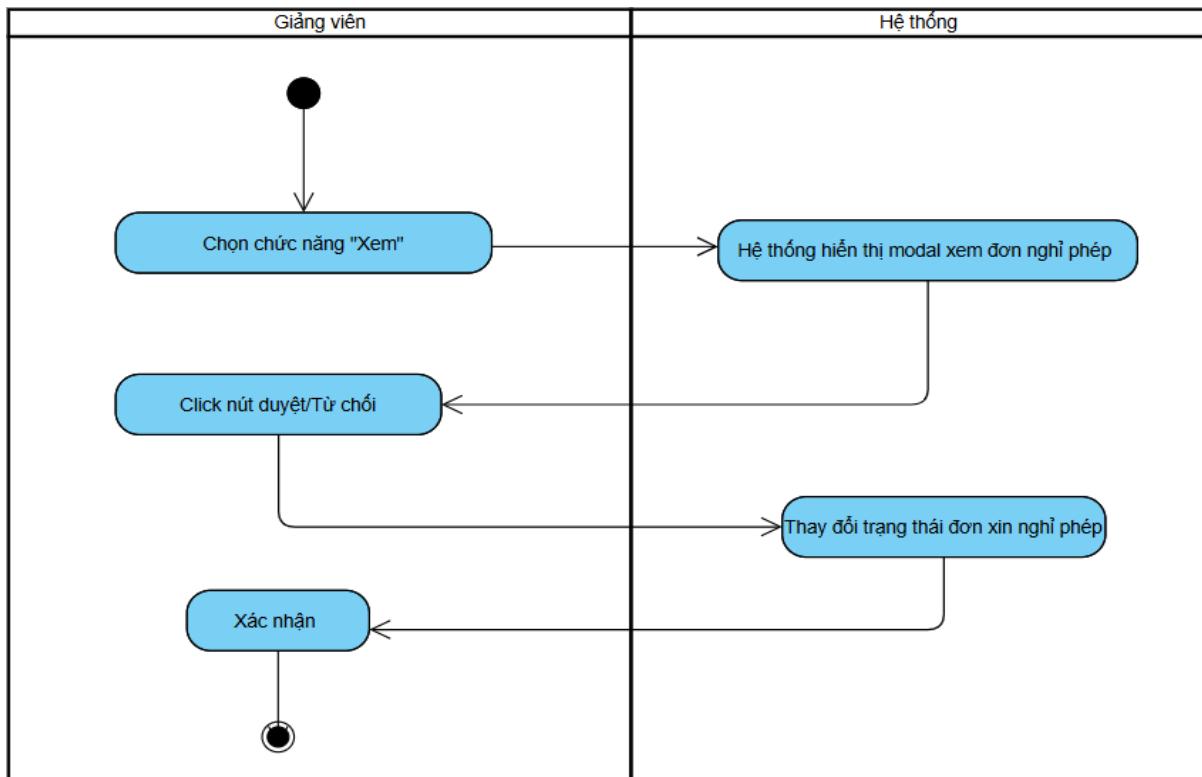
Hình 4.3.13 Activity xem danh sách điểm danh

- + Xuất file excel điểm danh



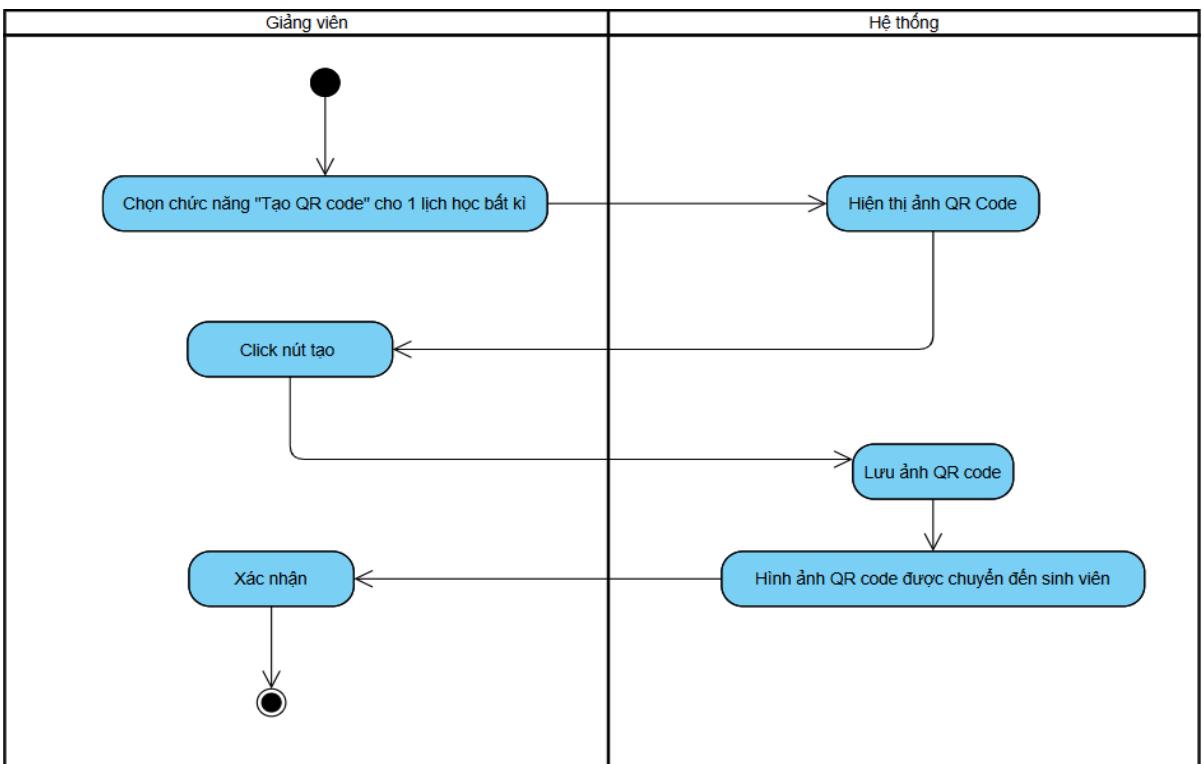
Hình 4.3.14 Activity xuất danh sách điểm danh

- Duyệt từ/Tù chối đơn xin nghỉ phép



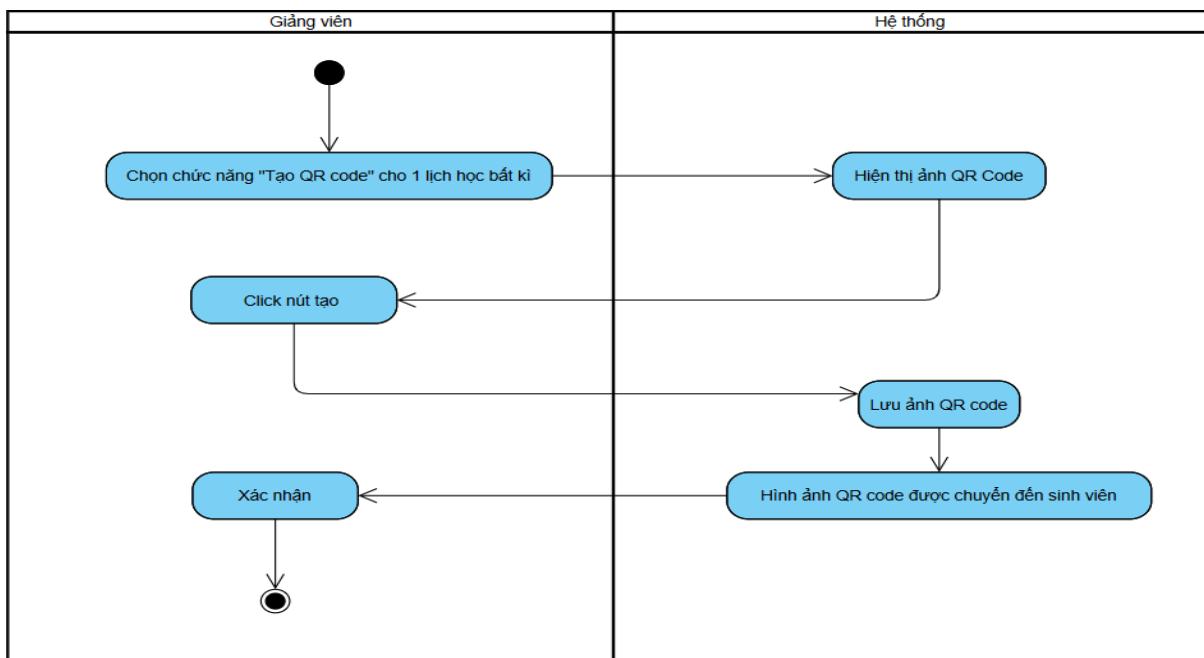
Hình 4.3.15 Activity duyệt/ tù chối đơn xin nghỉ phép

- Tạo QR code



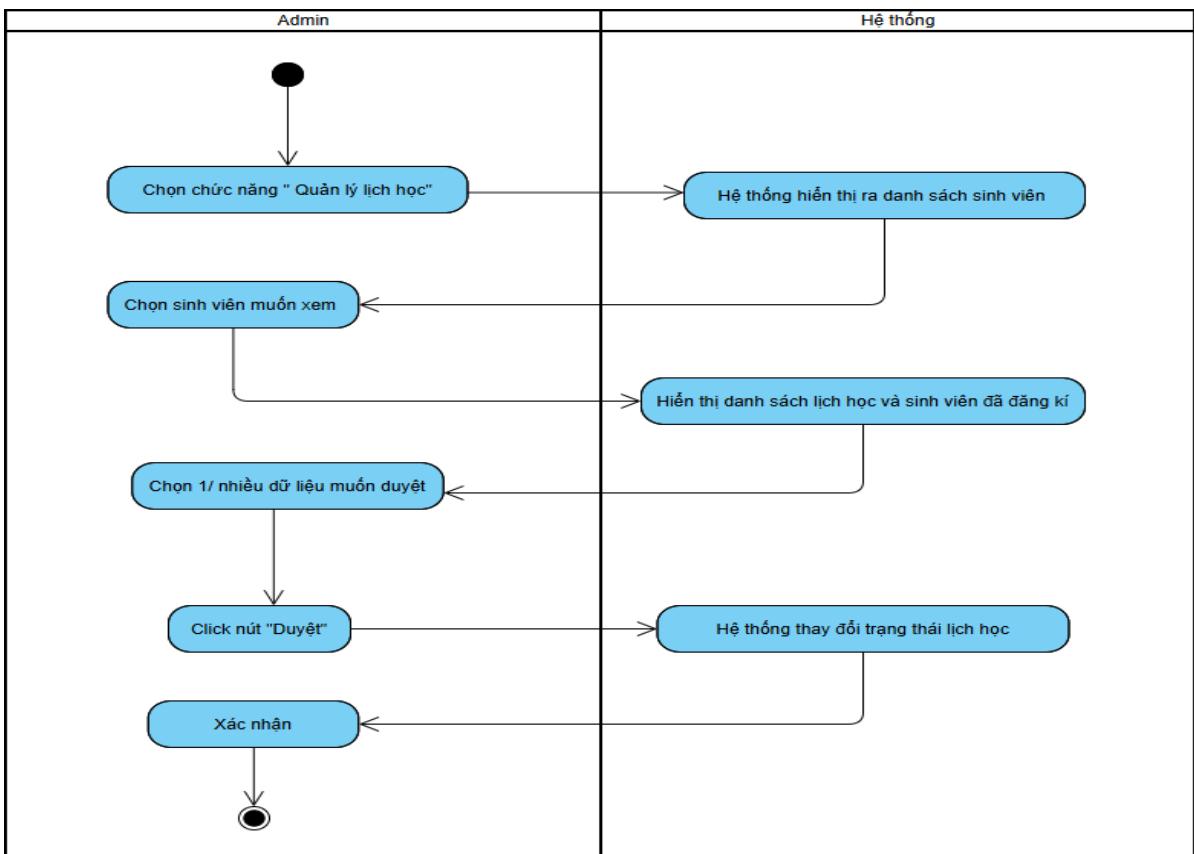
Hình 4.3.16 Activity tạo QR code

- Xem báo cáo dành cho giảng viên



Hình 4.3.17 Activity xem báo cáo dành cho giảng viên

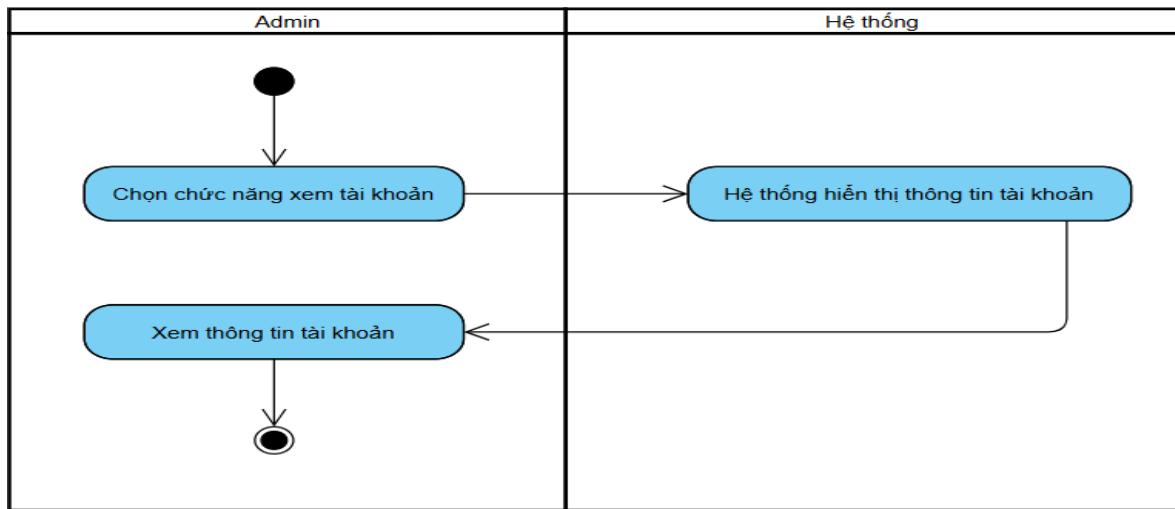
- Duyệt lịch học



Hình 4.3.18 Activity duyệt lịch học

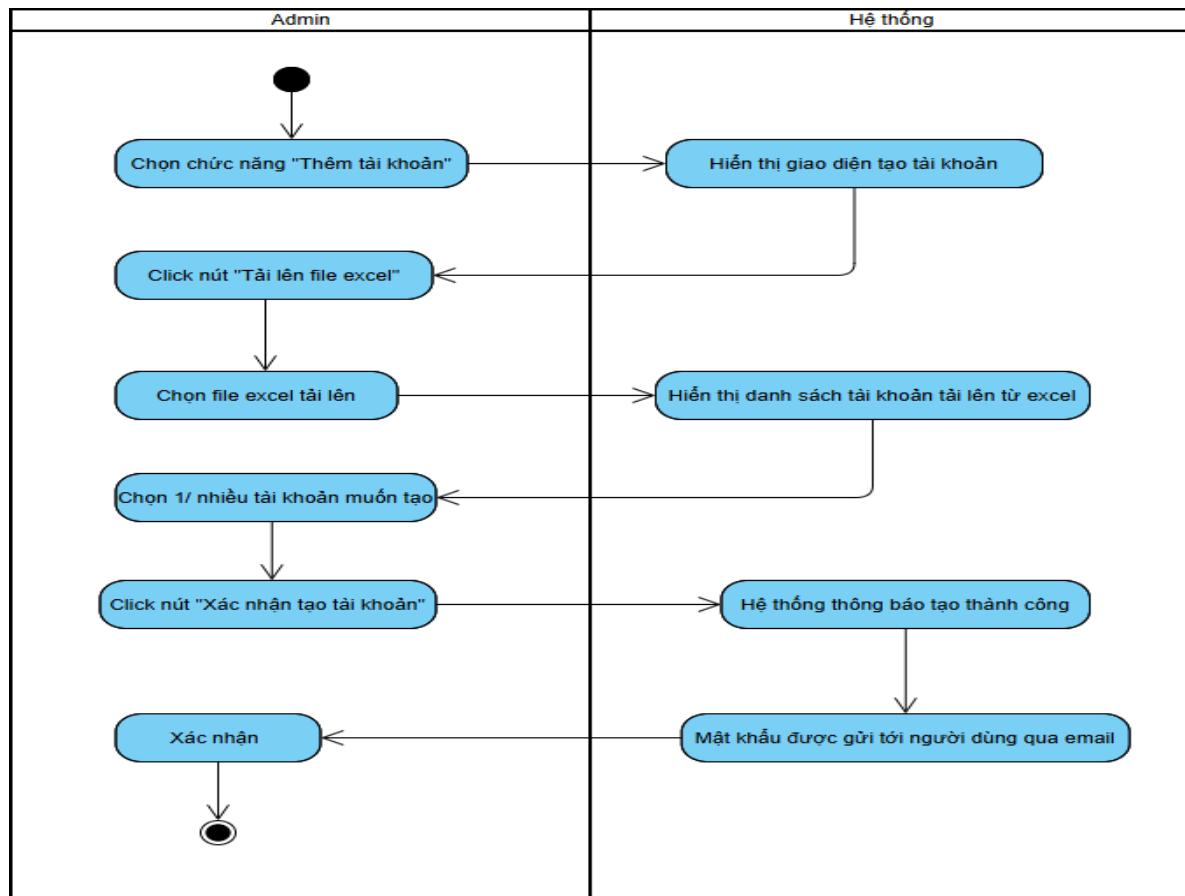
- Quản lý hồ sơ cá nhân

- + Xem tài khoản



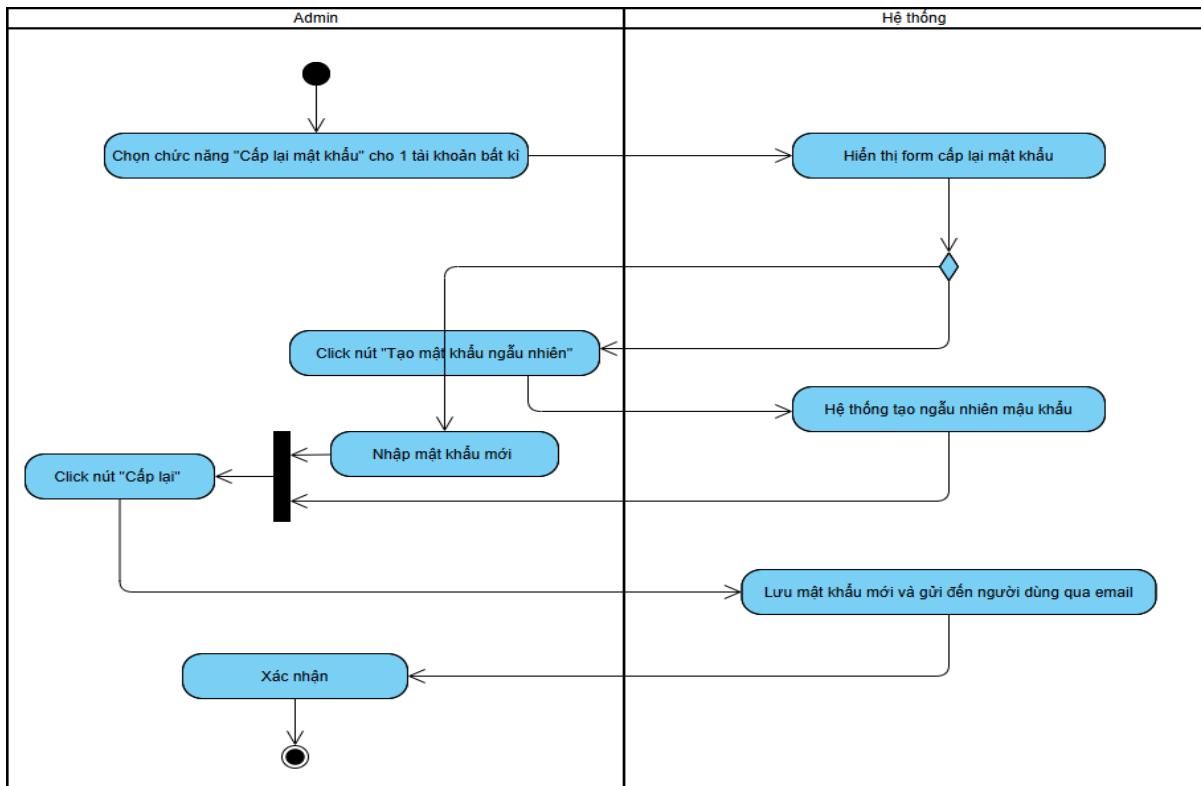
Hình 4.3.19 Activity xem tài khoản

- + Thêm tài khoản



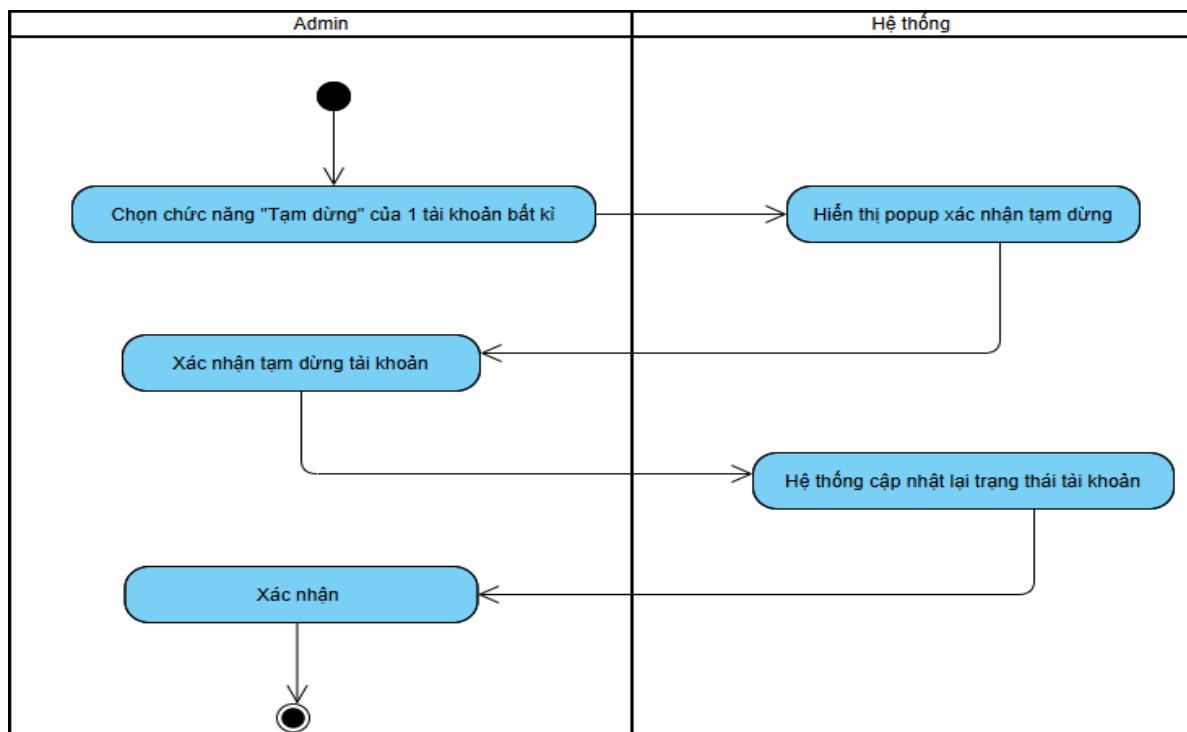
Hình 4.3.20 Activity thêm tài khoản

+ Cấp lại mật khẩu



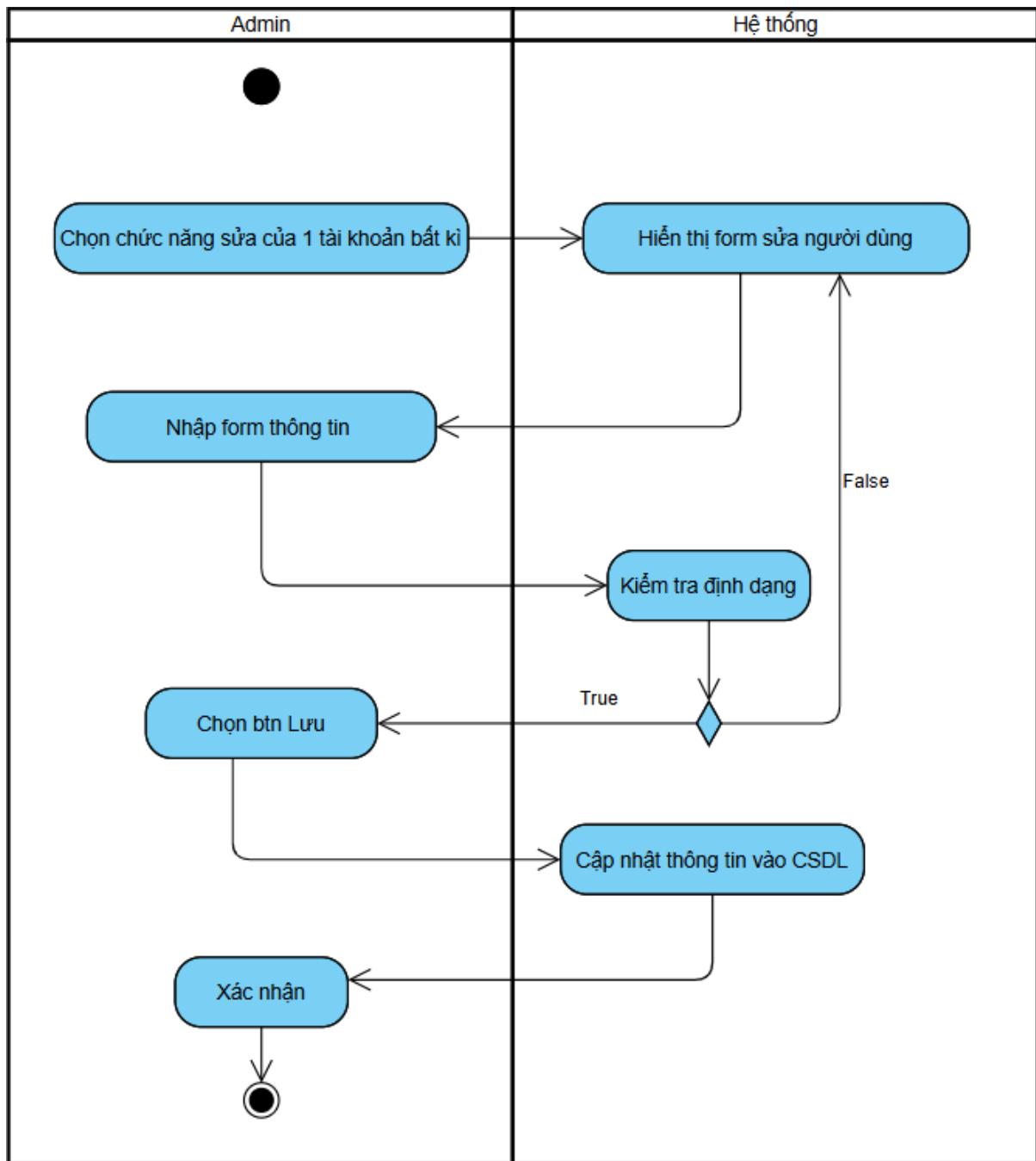
Hình 4.3.21 Activity cấp lại mật khẩu

+ Thay đổi trạng thái tài khoản



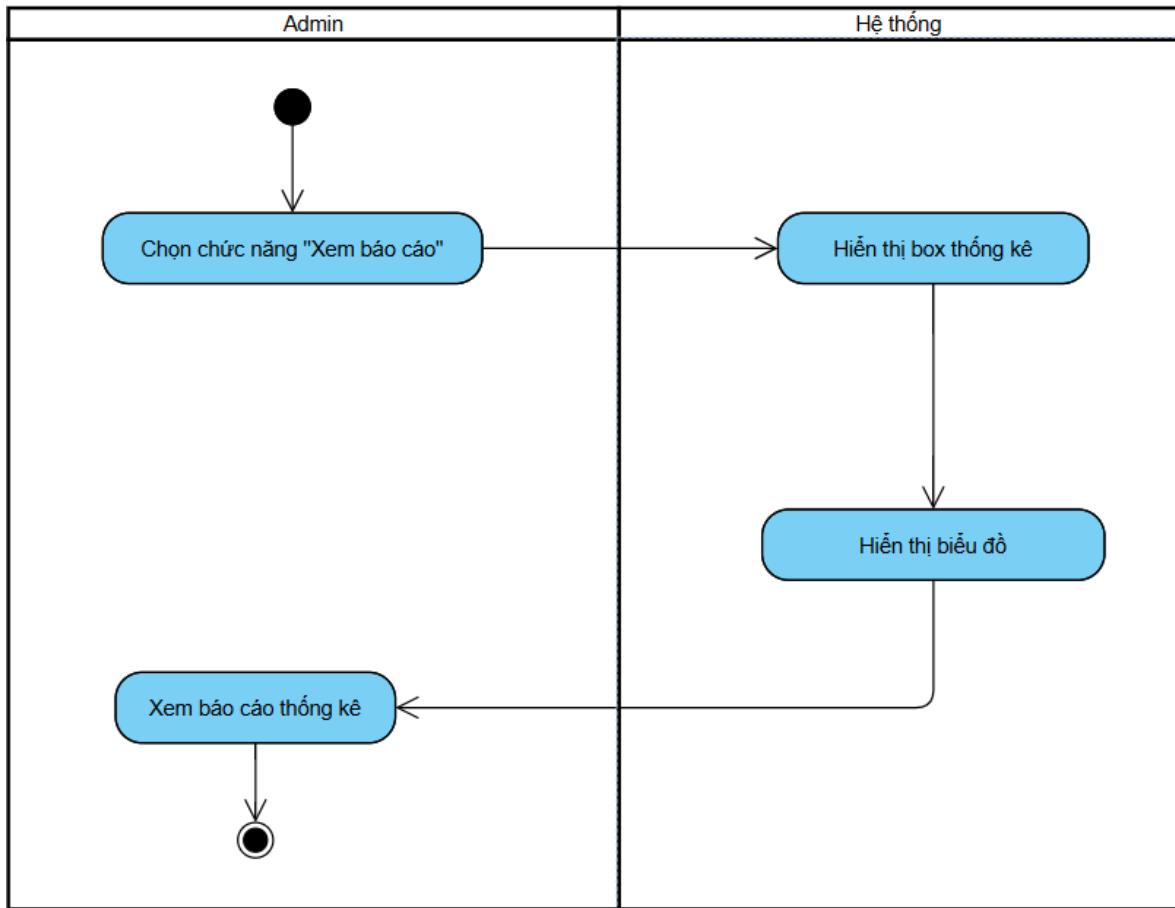
Hình 4.3.22 Activity thay đổi trạng thái tài khoản

+ Sửa tài khoản



Hình 4.3.23 Activity sửa người dùng

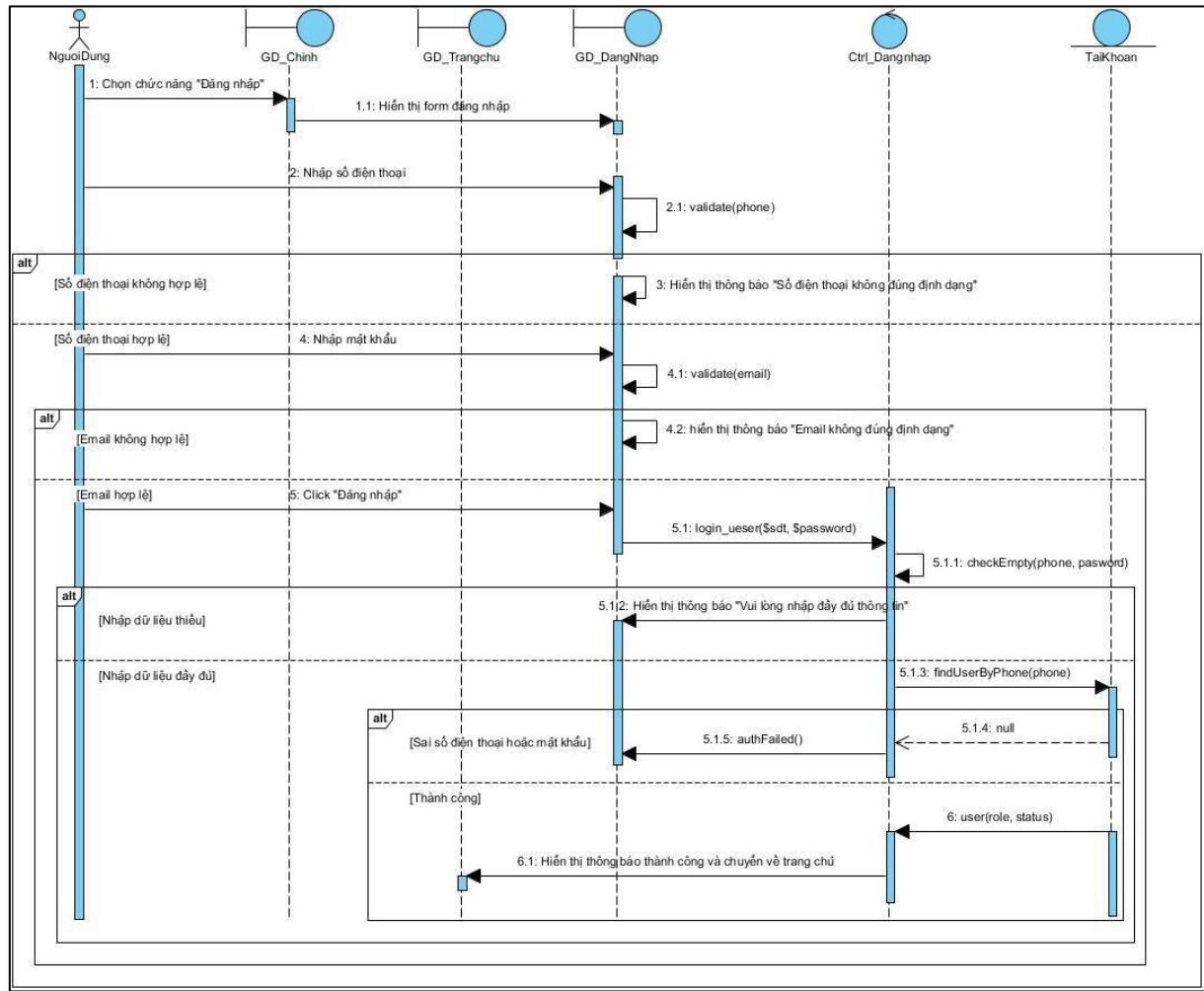
- Xem Dashboard tổng quan



Hình 4.3.24 Activity sửa người dùng

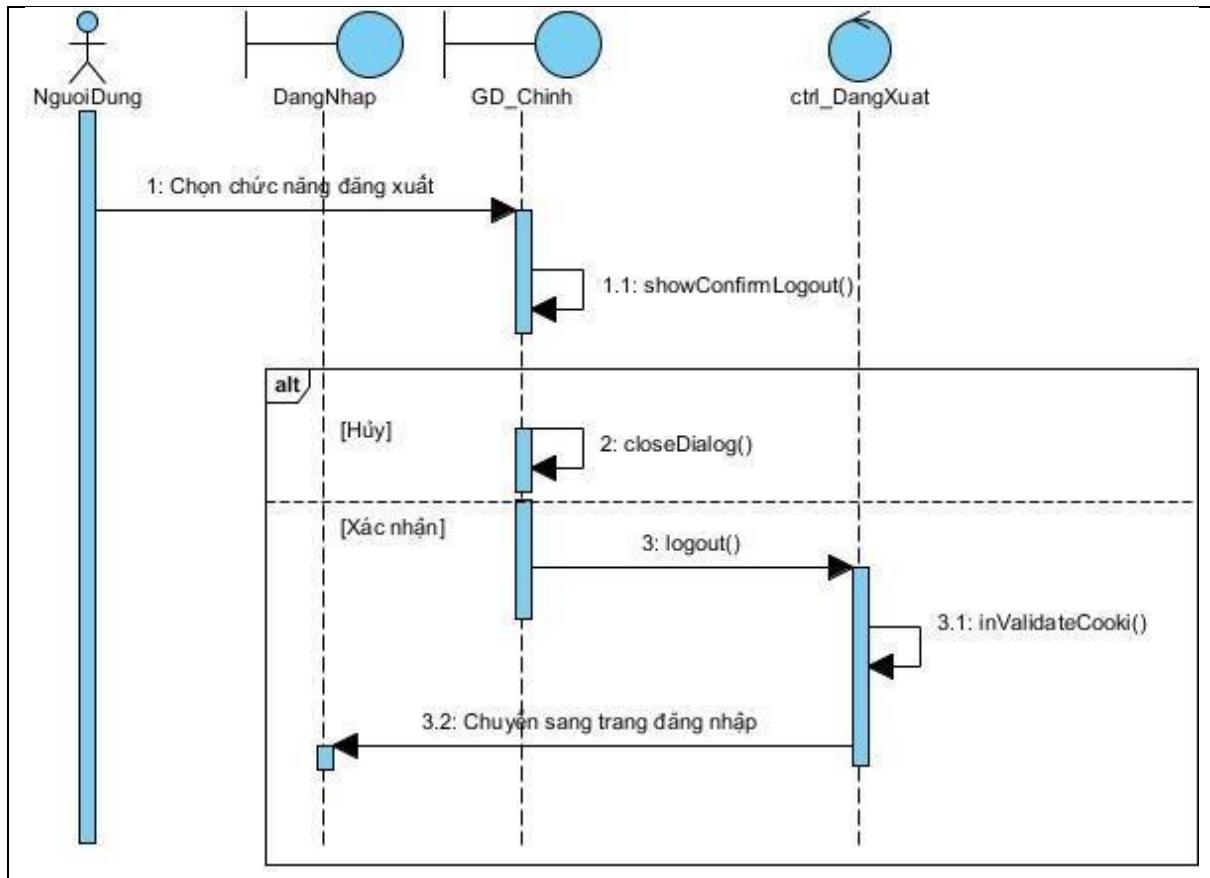
4.4. Sơ đồ sequence

- Đăng nhập tài khoản



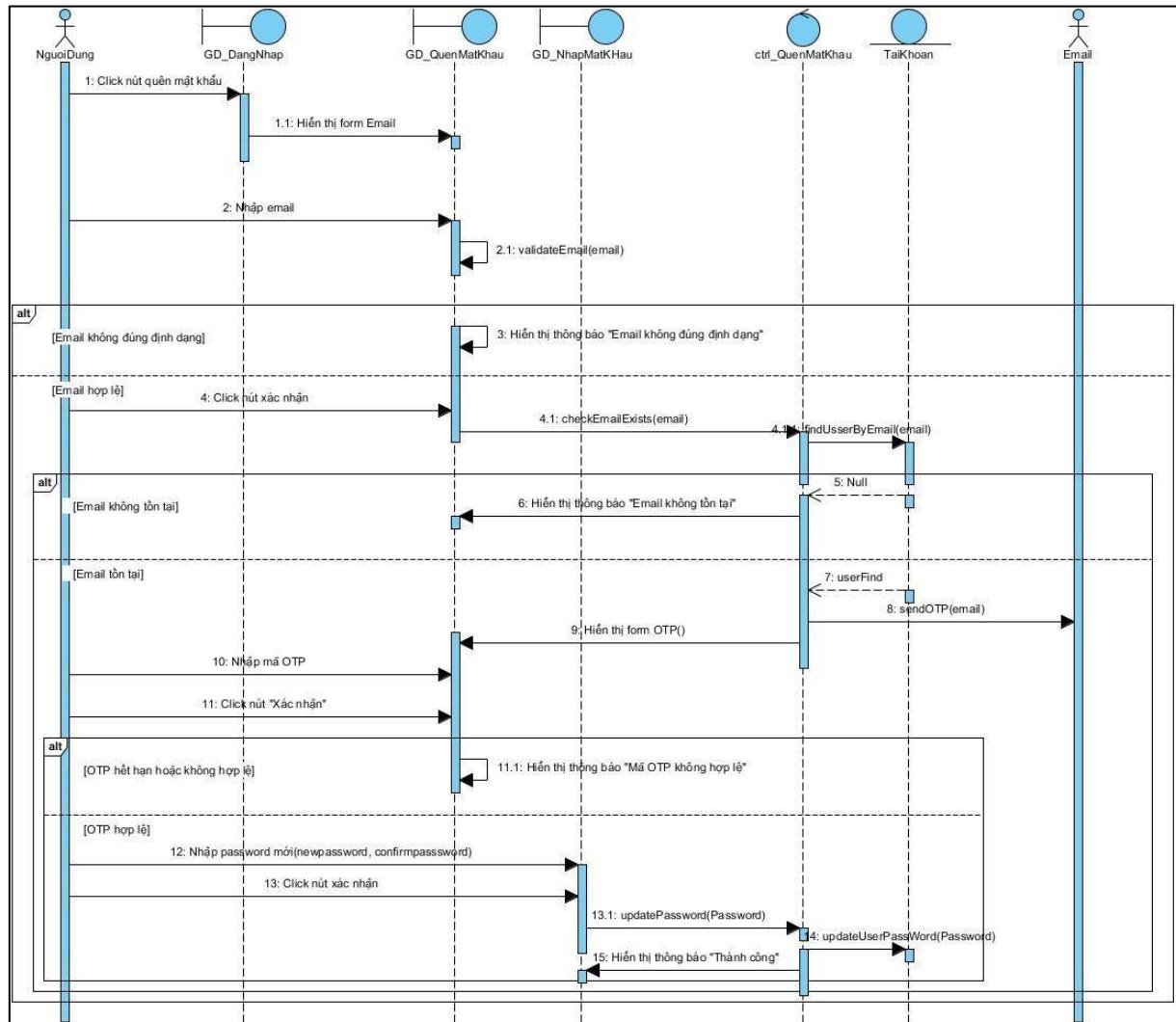
Hình 4.4.1 Sequence đăng nhập tài khoản

- Đăng xuất tài khoản



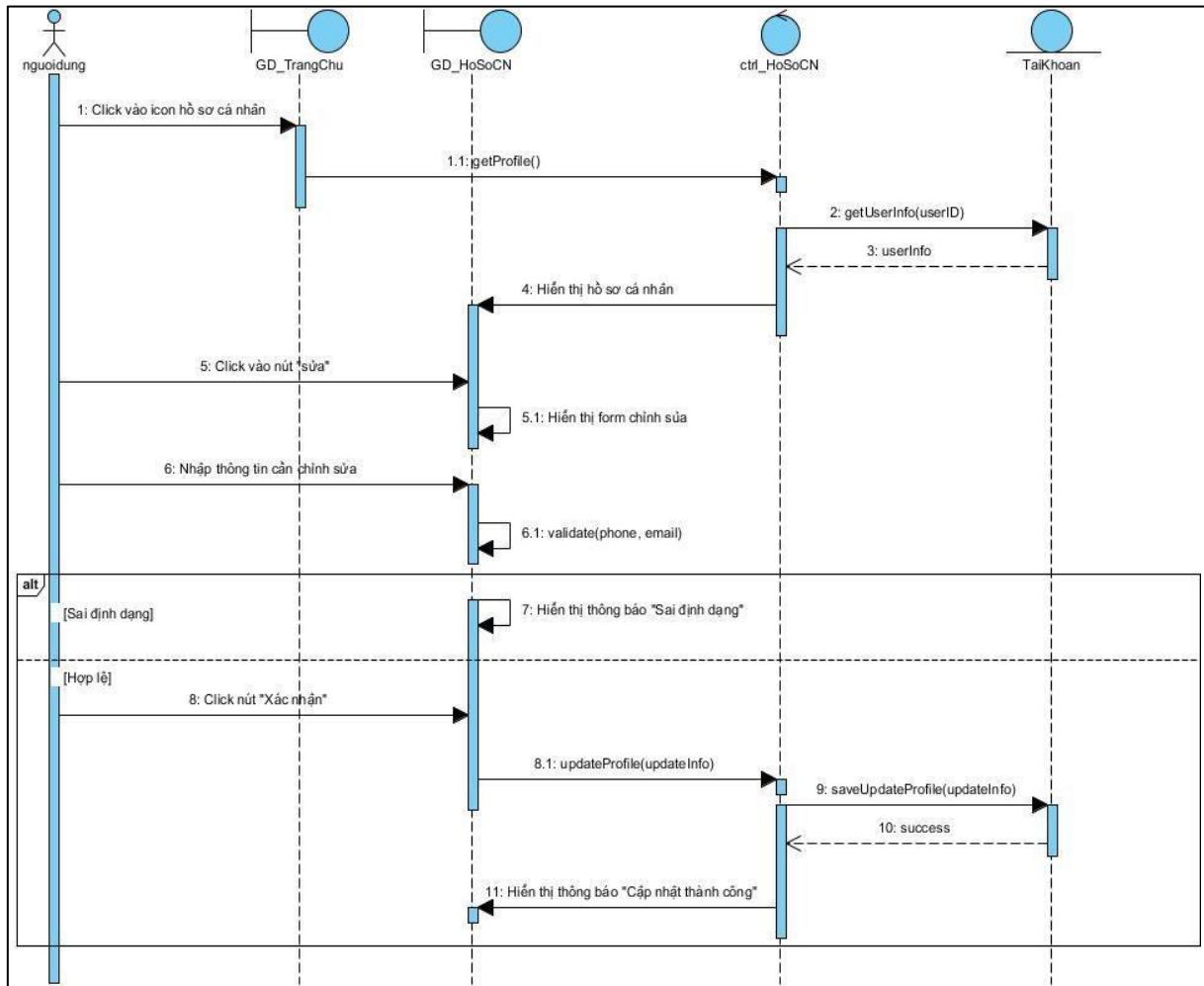
Hình 4.4.2 Sequence đăng xuất tài khoản

- Khôi phục mật khẩu



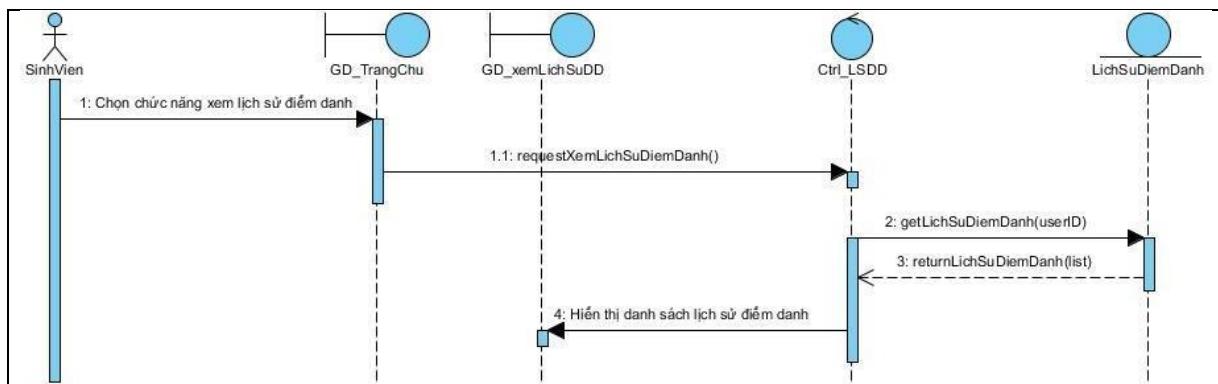
Hình 4.4.3 Sequence khôi phục mật khẩu

- Quản lý hồ sơ cá nhân



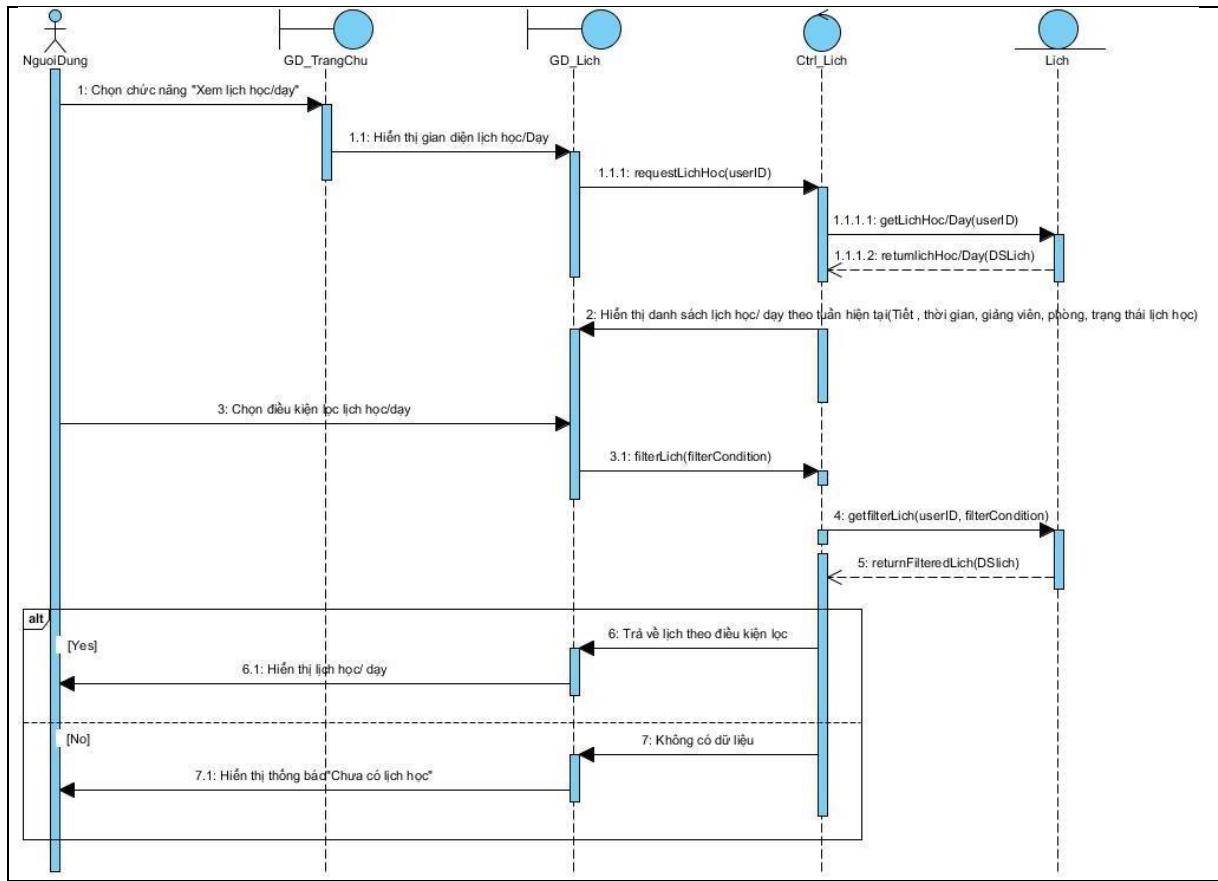
Hình 4.4.4 Sequence cập nhật thông tin tài khoản

- Xem lịch sử điểm danh



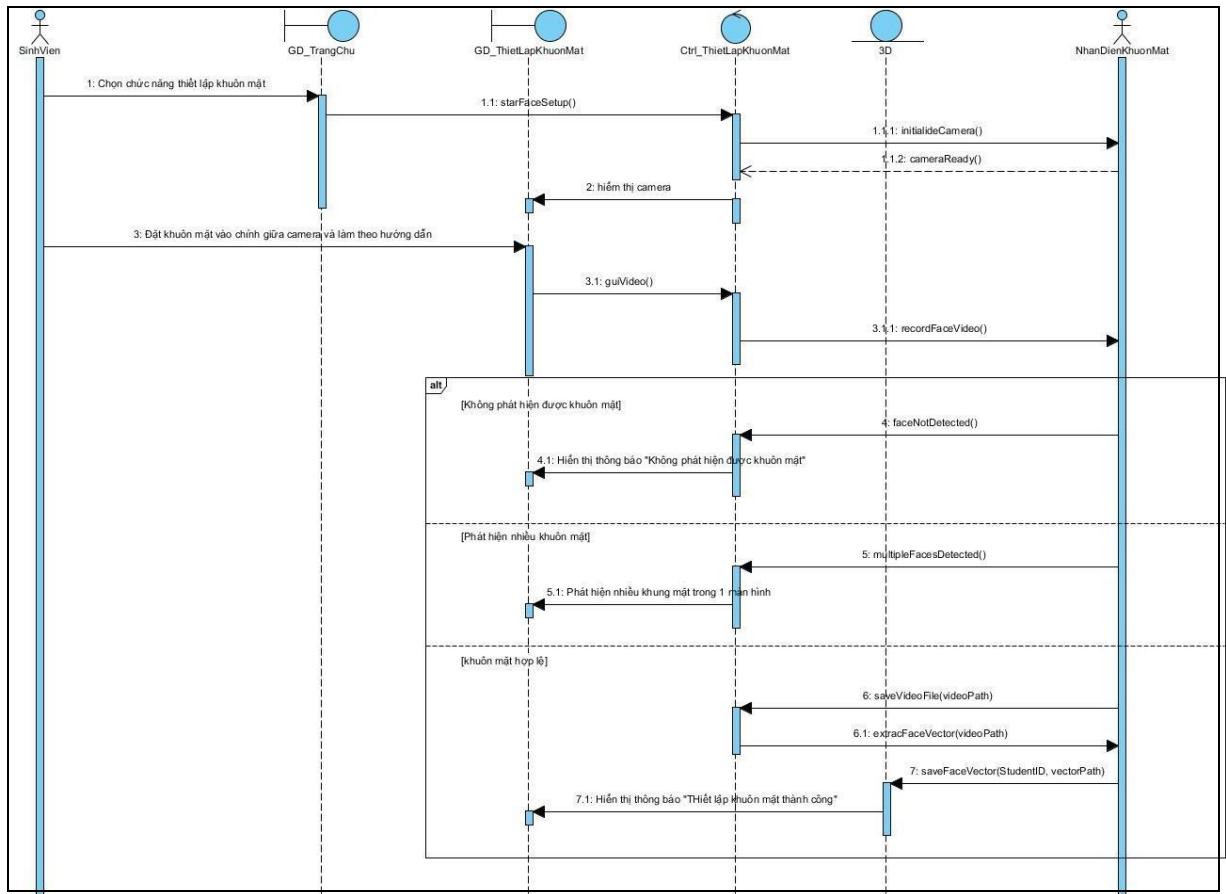
Hình 4.4.5 Sequence xem lịch sử điểm danh

- Xem lịch học/dạy



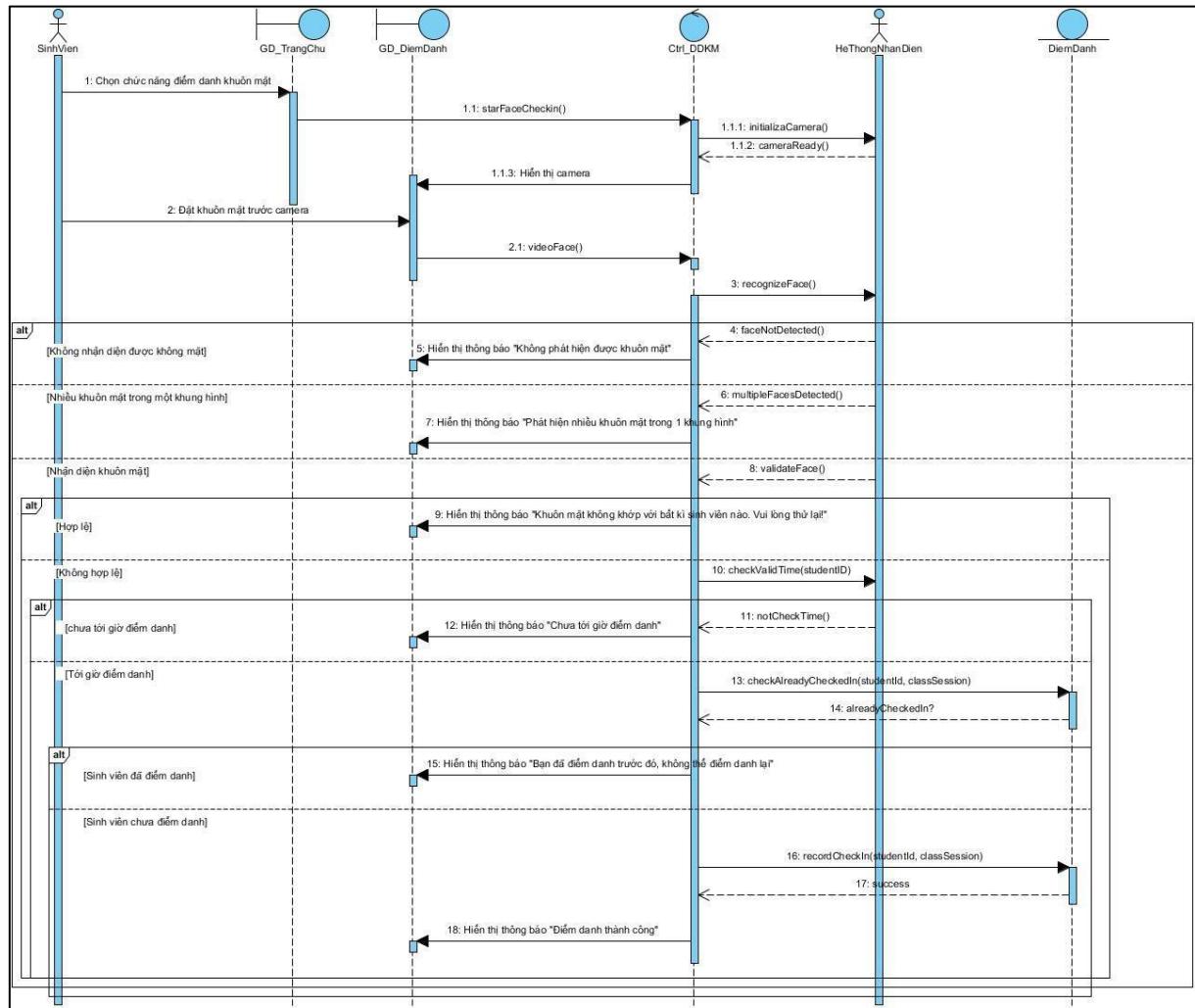
Hình 4.4.6 Sequence xem lịch học/dạy

- Thiết lập khuôn mặt



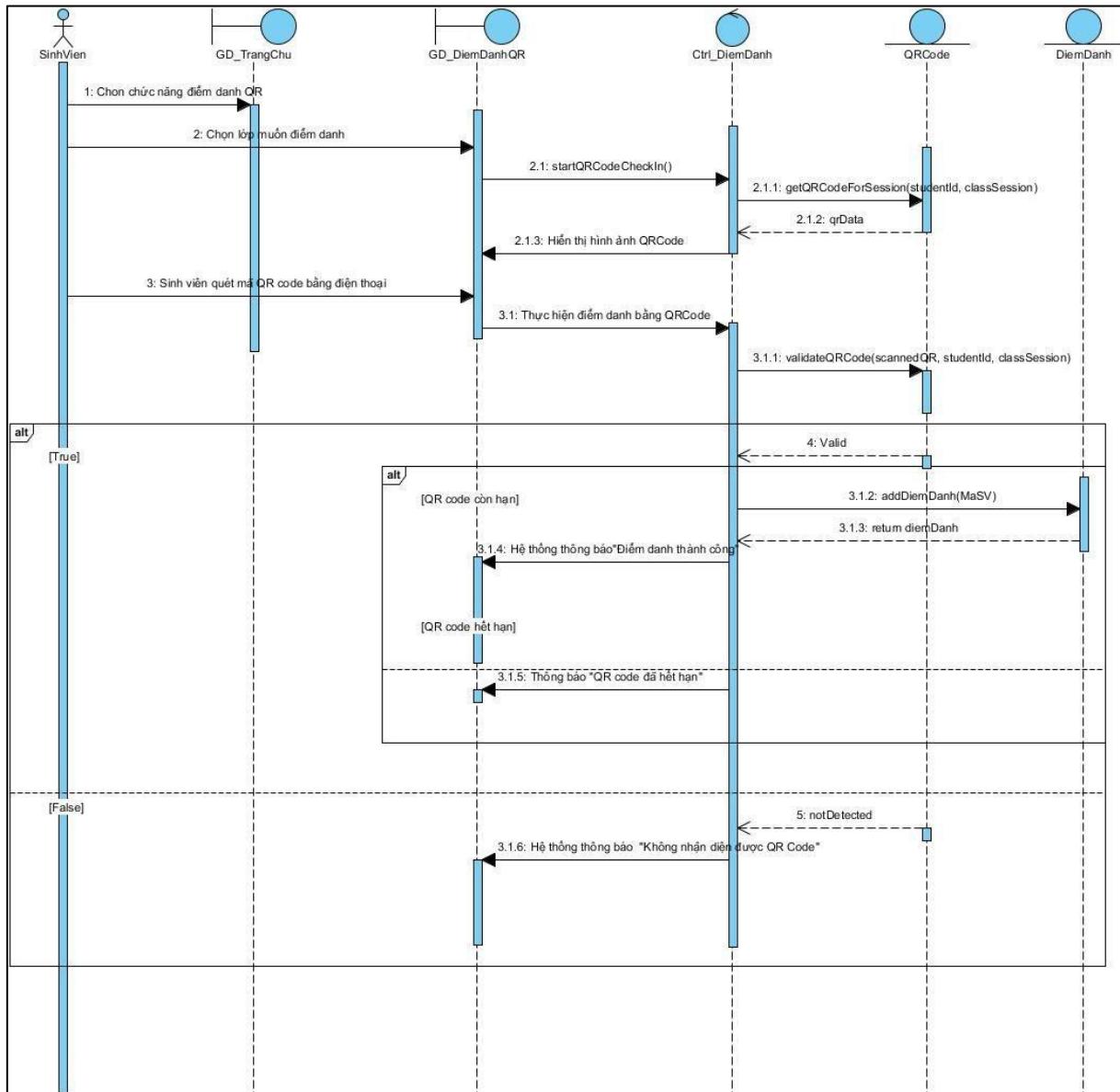
Hình 4.4.7 Sequence thiết lập khuôn mặt

- Điểm danh bằng khuôn mặt



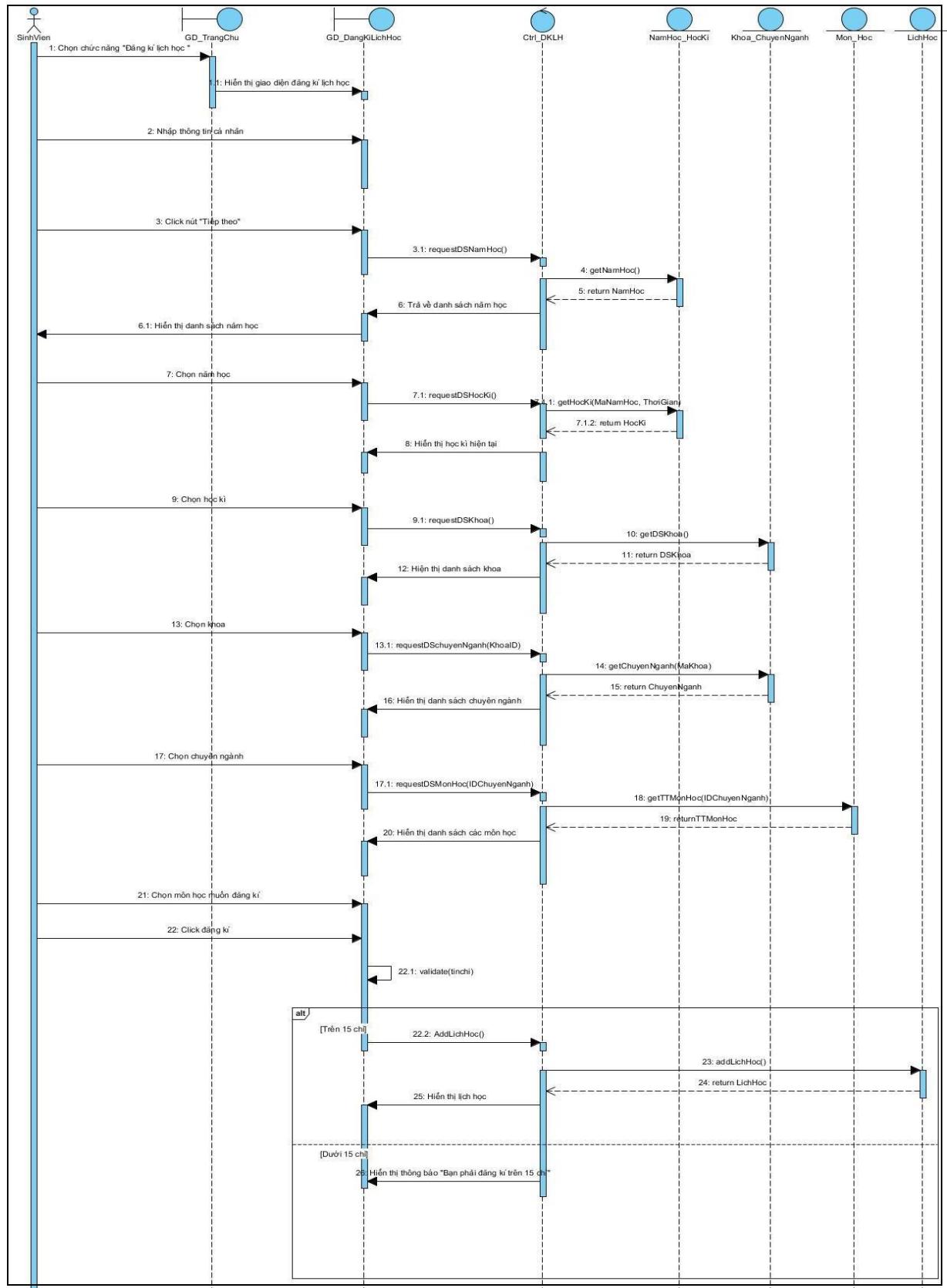
Hình 4.4.8 Sequence điểm danh khuôn mặt

- Điểm danh bằng QR



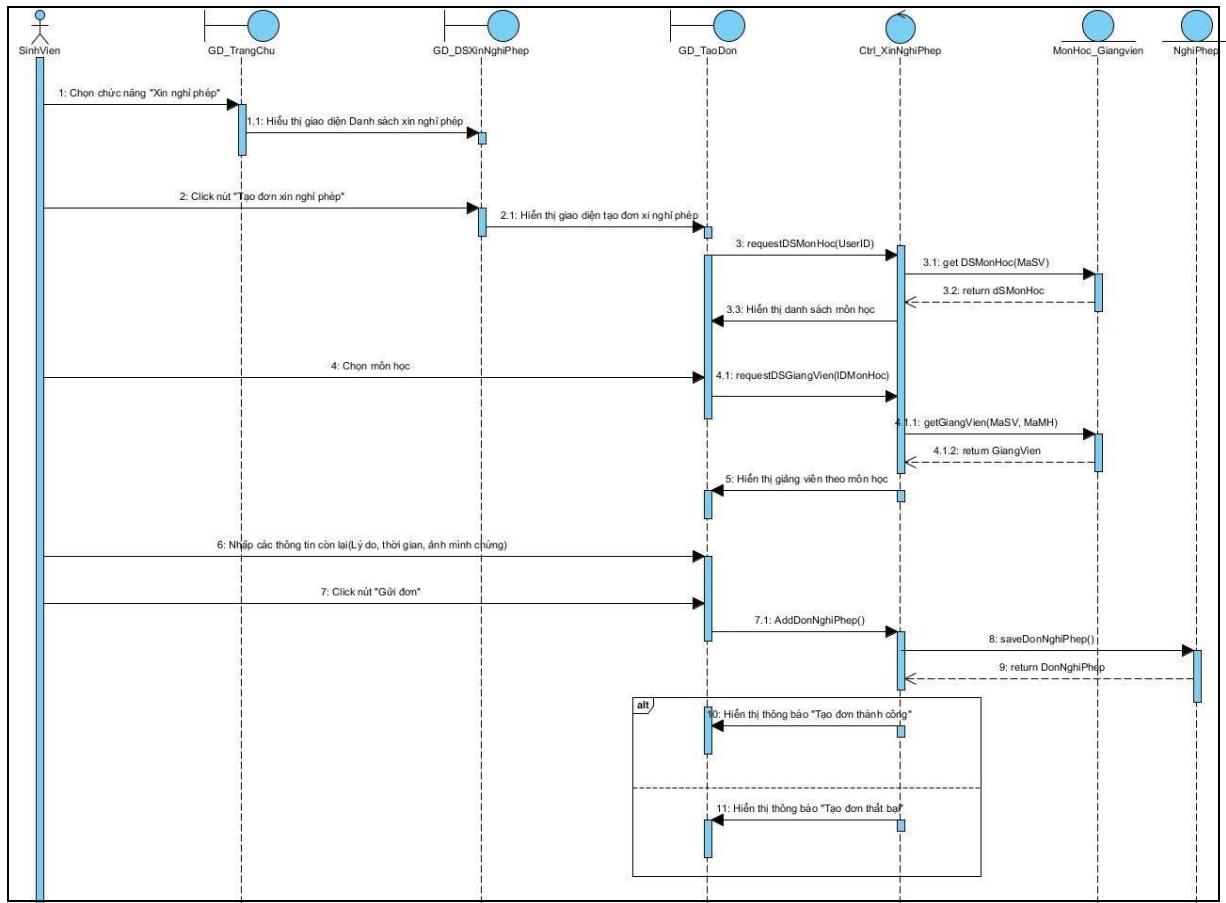
Hình 4.4.9 Sequence điểm danh bằng QR

- Đăng ký lịch học



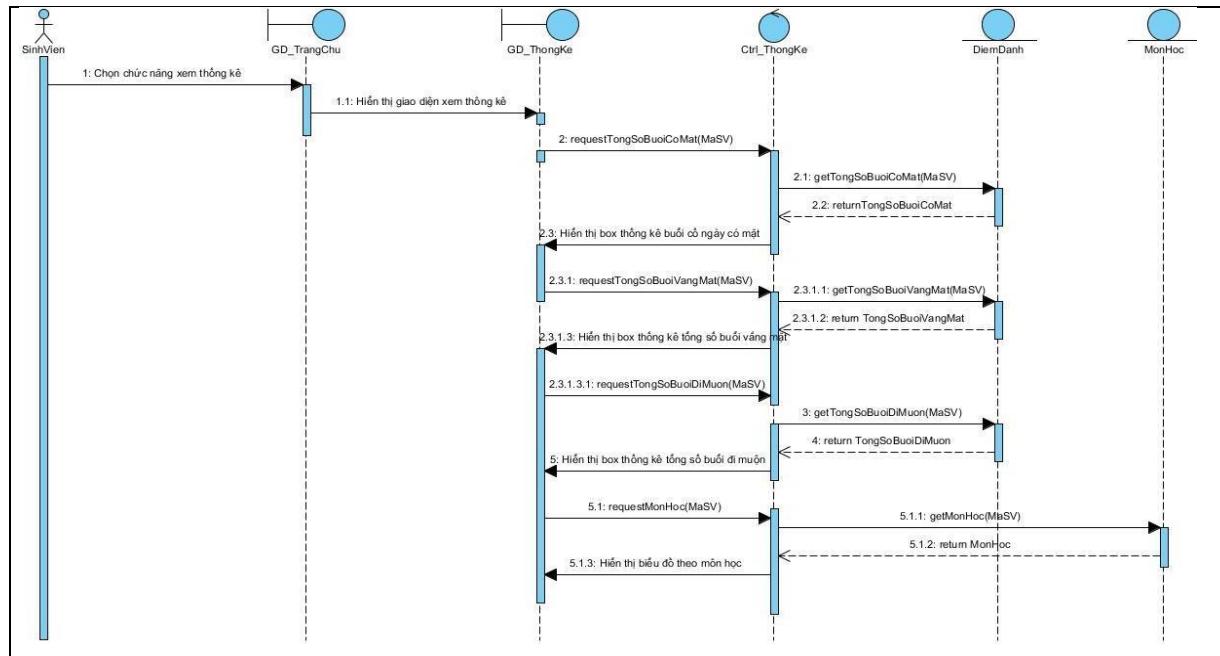
Hình 4.4.10 Sequence đăng ký lịch học

- Xin nghỉ phép



Hình 4.4.11 Sequence xin nghỉ phép

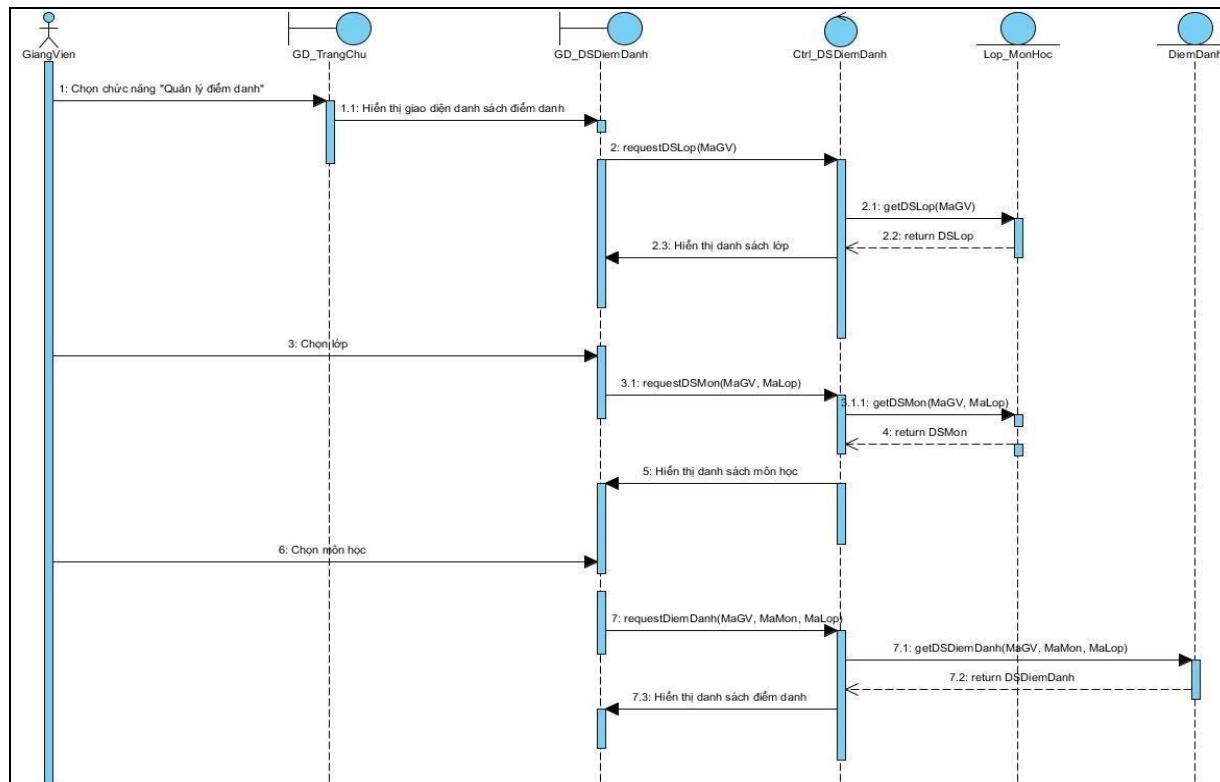
- Xem thống kê điểm danh của sinh viên



Hình 4.4.12 Sequence xem thống kê điểm danh của sinh viên

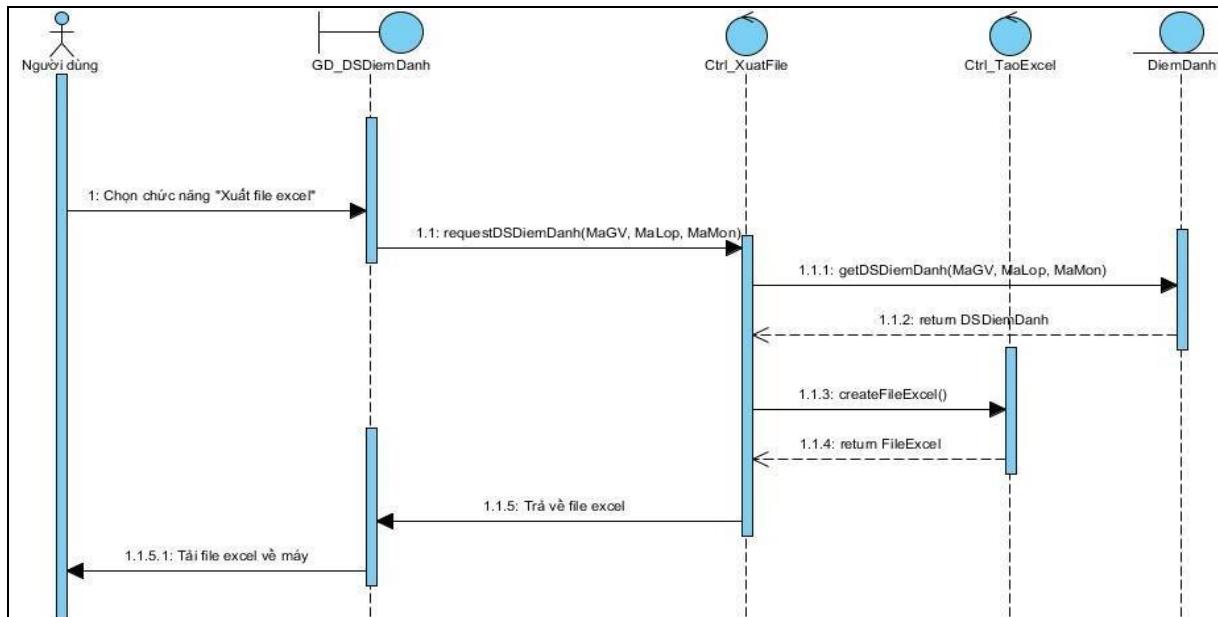
- Quản lý điểm danh

- + Xem danh sách điểm danh



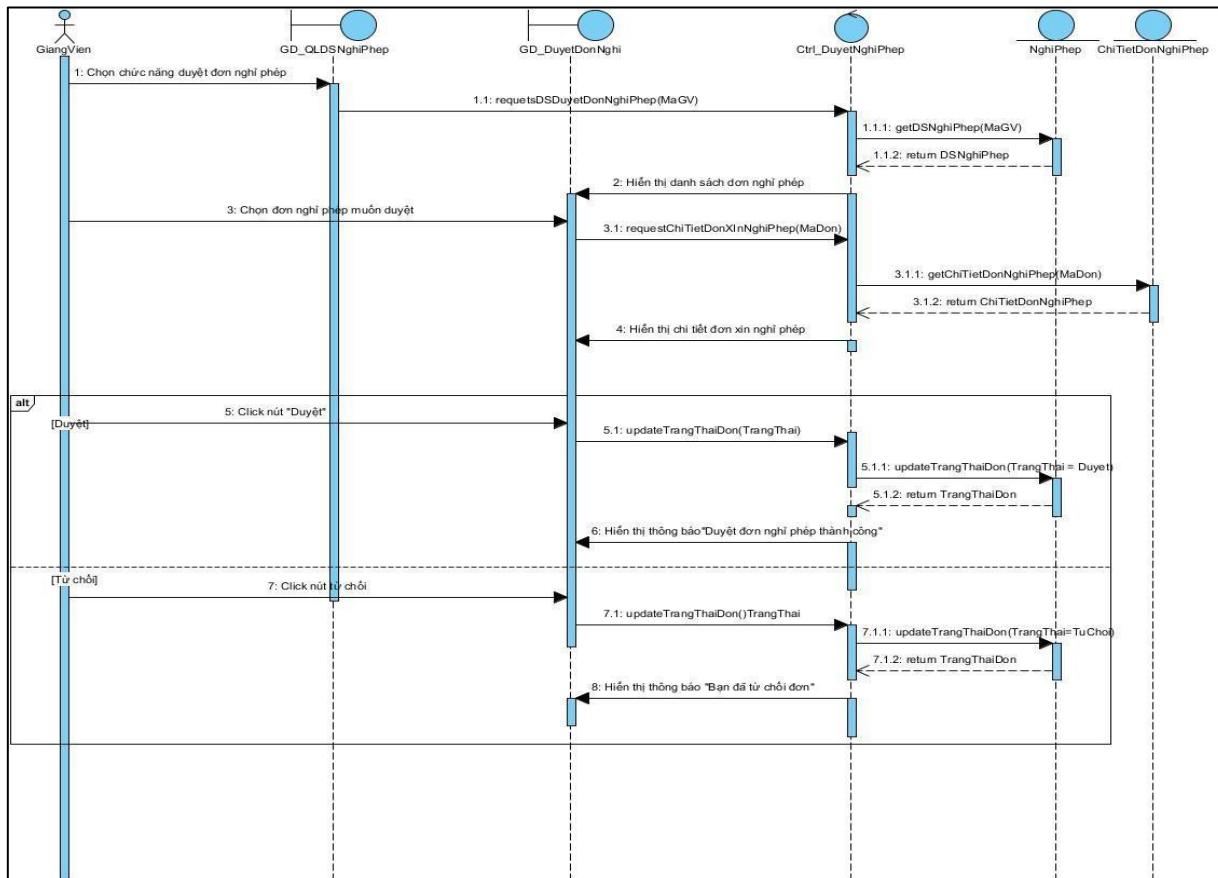
Hình 4.4.13 Sequence xem danh sách điểm danh

+ Xuất file excel điểm danh



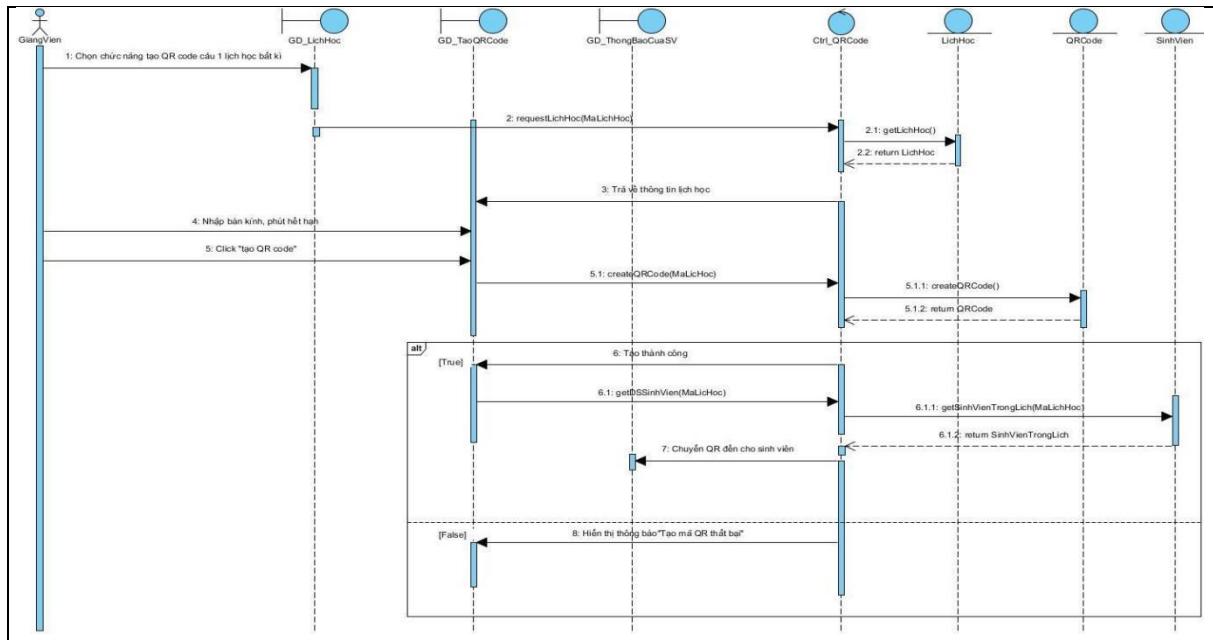
Hình 4.4.14 Sequence xuất file excel điểm danh

- Duyệt/Tù chối đơn xin nghỉ phép



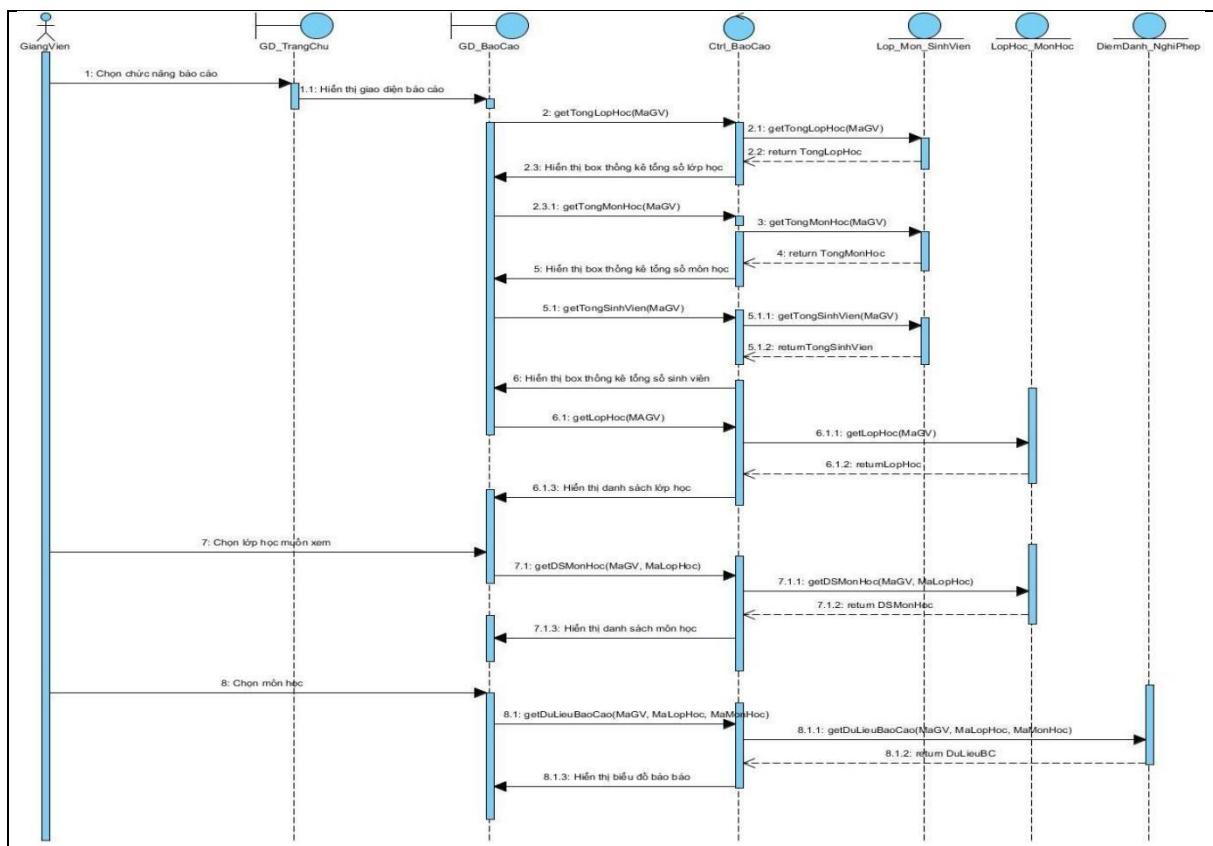
Hình 4.4.15 Sequence duyệt/ tù chối đơn nghỉ phép

- Tạo QR code



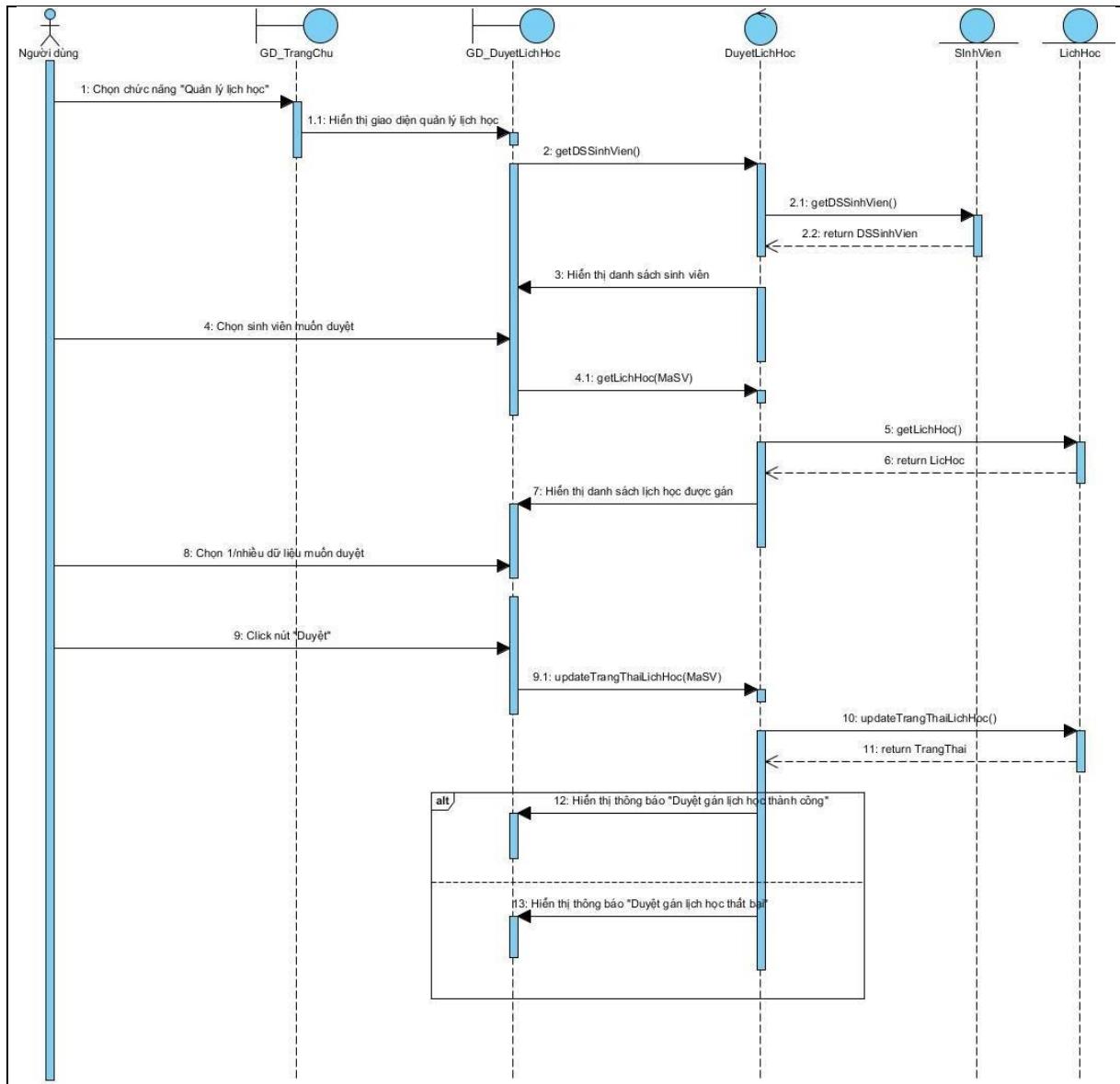
Hình 4.4.16 Sequence tạo QR code

- Xem báo cáo dành cho giảng viên



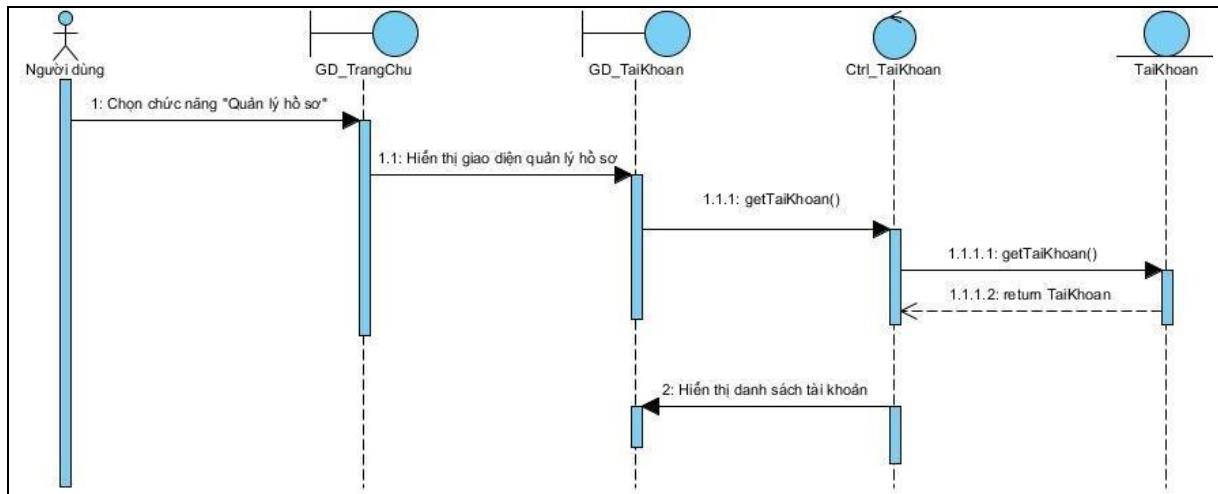
Hình 4.4.17 Sequence xem báo cáo dành cho giảng viên

- Duyệt lịch học



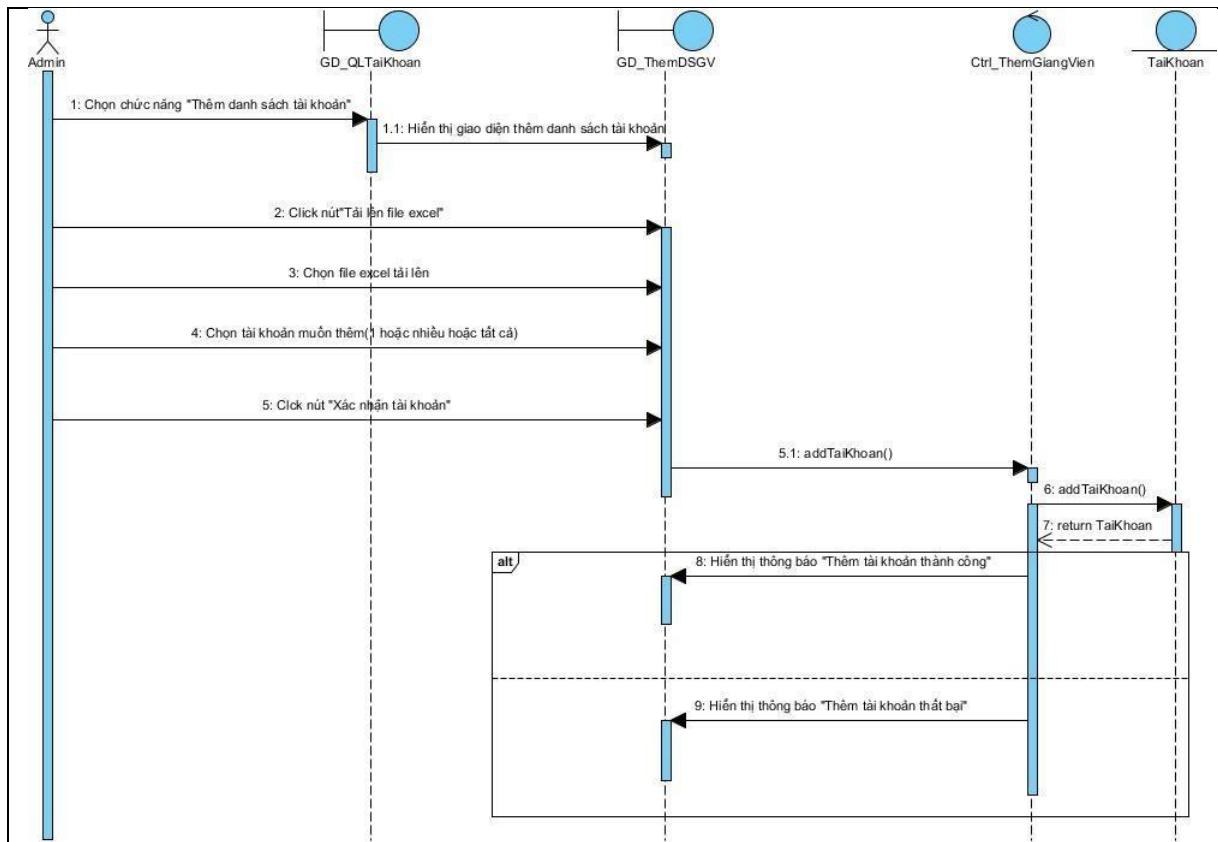
Hình 4.4.18 Sequence duyệt lịch học

- Quản lý hồ sơ cá nhân
 - + Xem danh sách tài khoản



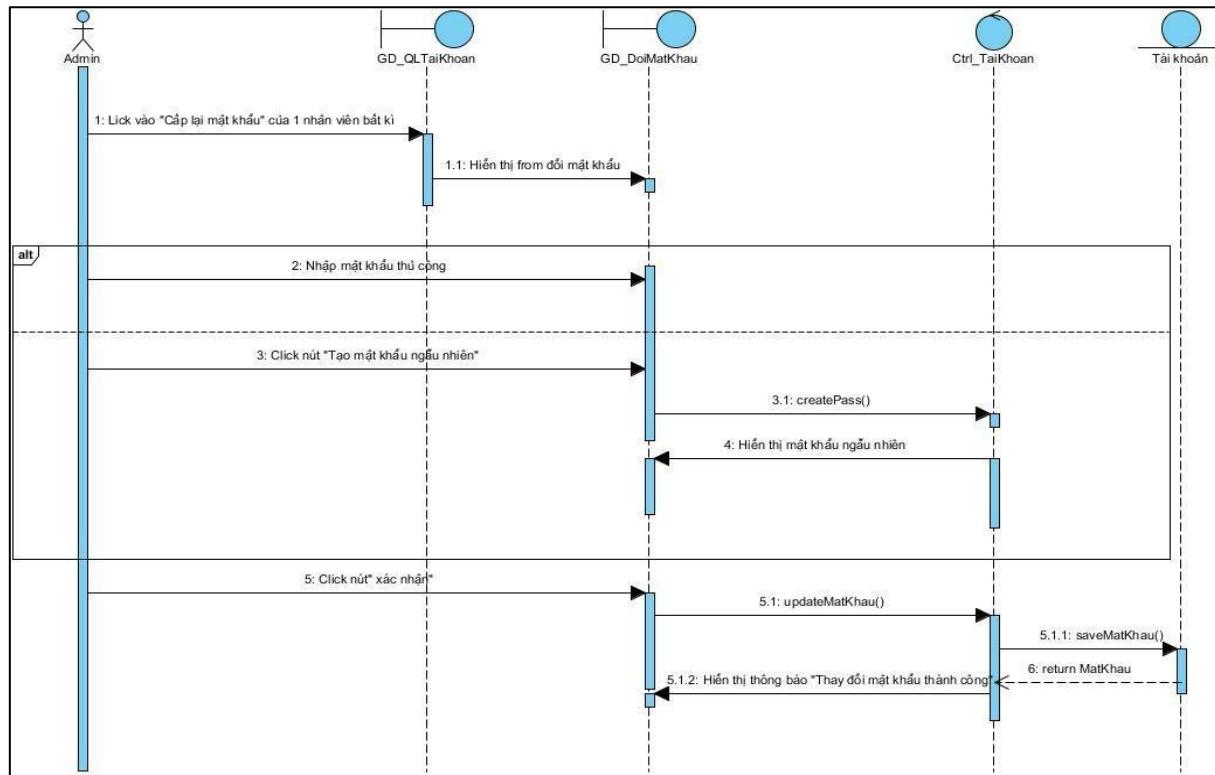
Hình 4.4.19 Sequence xem danh sách tài khoản

- + Thêm tài khoản



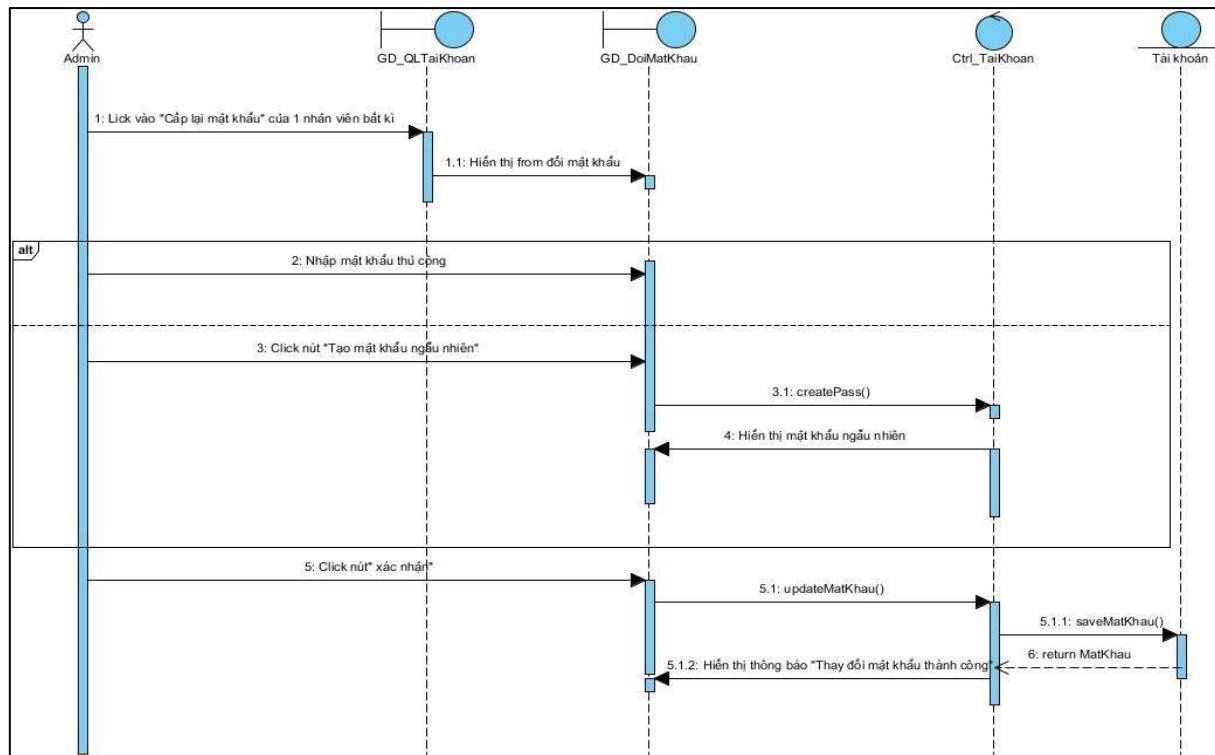
Hình 4.4.20 Sequence thêm tài khoản

+ Cấp lại mật khẩu tài khoản



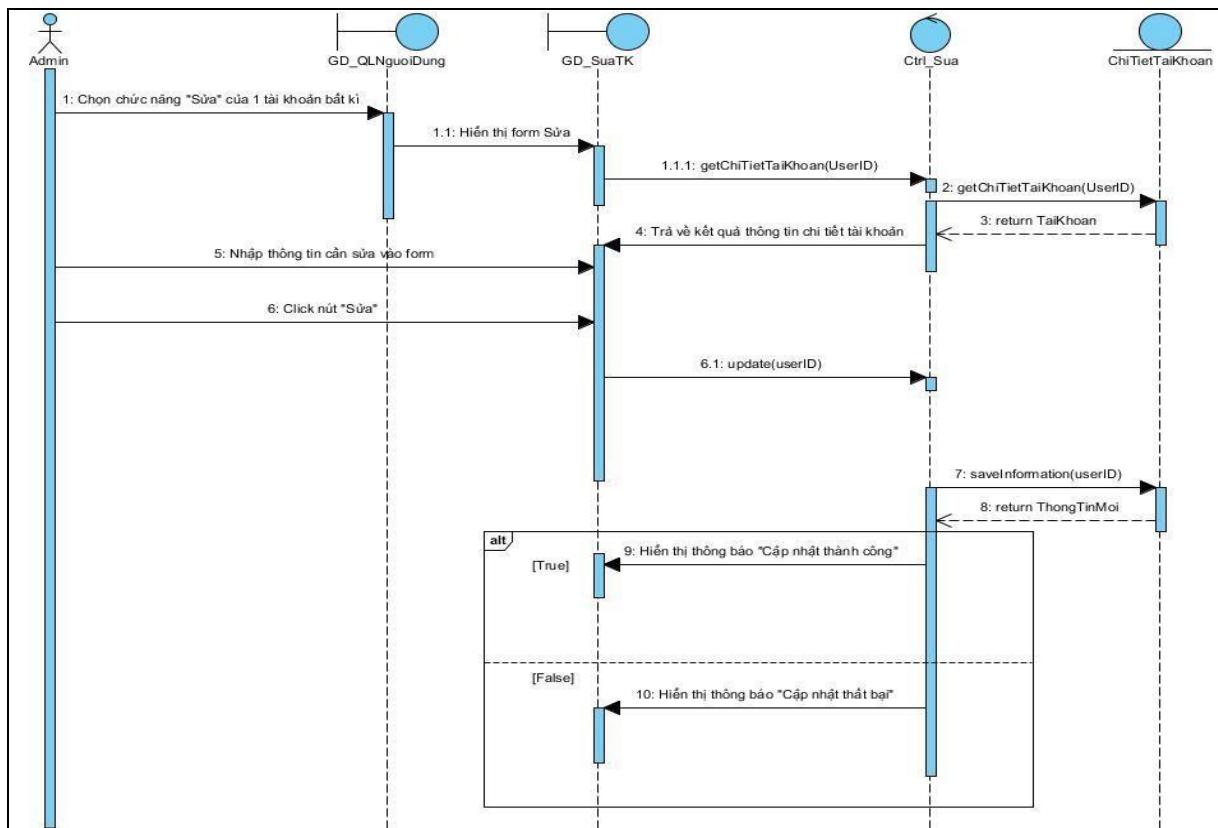
Hình 4.4.21 Sequence cấp lại mật khẩu cho tài khoản

+ Thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản



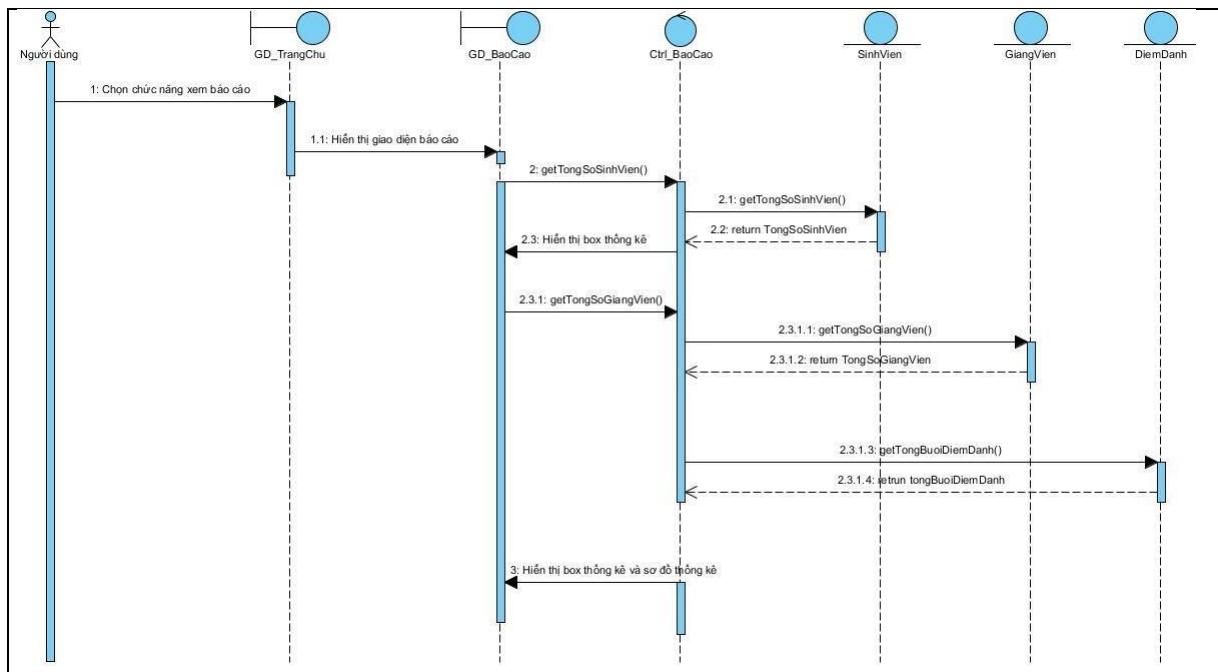
Hình 4.4.22 Sequence thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản

+ Sửa tài khoản



Hình 4.4.23 Sequence sửa người dùng

- Xem Dashboard tổng quan



Hình 4.4.24 Sequence xem báo cáo tổng quan dành cho admin

4.5. Xác định các khái niệm trong hệ thống

Lớp Khái Niệm	Trường Dữ Liệu	Ý Nghĩa
accounts	account_id	ID tài khoản (Khóa chính)
	account_code	Mã tài khoản
	email	Email
	phone_number	Số điện thoại
	is_active	Trạng thái hoạt động
	is_locked	Trạng thái bị khóa
	is_verified_email	Trạng thái email đã xác thực
	is_staff	Là nhân viên/cán bộ
	user_type	Loại người dùng
	avatar	Ảnh đại diện
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	last_login_at	Lần đăng nhập cuối
	last_logout_at	Lần đăng xuất cuối
	deleted_at	Ngày xóa
roles	otp_code	Mã OTP
	otp_created_at	Ngày tạo OTP
	role_id	ID vai trò (Khóa ngoại)
roles	role_id	ID vai trò (Khóa chính)
	role_code	Mã vai trò

	description	Mô tả
permissions	permission_id	ID quyền (Khóa chính)
	permission_code	Mã quyền
	role_id	ID vai trò (Khóa ngoại)
	description	Mô tả
user_sessions	session_id	ID phiên (Khóa chính)
	account_id	ID tài khoản (Khóa ngoại)
	refresh_token	Mã thông báo làm mới
	user_agent	Thông tin trình duyệt/ứng dụng
	ip_address	Địa chỉ IP
	created_at	Ngày tạo
	last_active	Lần hoạt động cuối
attendances	is_active	Trạng thái hoạt động
	attendance_id	ID điểm danh (Khóa chính)
	attendance_code	Mã điểm danh
	schedule_id	ID lịch học (Khóa ngoại)
	student_id	ID sinh viên (Khóa ngoại)
	status	Trạng thái điểm danh
	attendance_type	Loại điểm danh

face_recognition_logs	checkin_at	Thời gian check-in
	face_image_url	URL ảnh khuôn mặt
	verified_by_ai	Được AI xác minh
	checkin_lat	Vĩ độ check-in
	checkin_long	Kinh độ check-in
	is_late	Có đi trễ không
	late_reason	Lý do đi trễ
	note	Ghi chú
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
qr_checkin	face_recognition_log_id	ID nhật ký nhận dạng khuôn mặt (Khóa chính)
	student_id	ID sinh viên (Khóa ngoại)
	face_embedding	Vector nhúng khuôn mặt
	face_image_url	URL ảnh khuôn mặt
	confidence_score	Điểm tin cậy
	attendance_id	ID điểm danh (Khóa ngoại)
	note	Ghi chú
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	qr_checkin_id	ID QR check-in (Khóa chính)
	qr_code	Mã QR

	qr_image_url	URL ảnh QR
	schedule_id	ID lịch học (Khóa ngoại)
	expire_at	Thời gian hết hạn
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	created_by	Người tạo (ID tài khoản)
	is_active	Trạng thái hoạt động
	usage_count	Số lần đã sử dụng
	max_usage	Số lần sử dụng tối đa
	radius	Bán kính cho phép check-in
qr_checkin_logs	latitude	Vĩ độ
	longitude	Kinh độ
	qr_checkin_log_id	ID nhật ký QR check-in (Khóa chính)
	qr_checkin_id	ID QR check-in (Khóa ngoại)
	student_id	ID sinh viên (Khóa ngoại)
audit_log	used_at	Thời gian sử dụng
	note	Ghi chú
audit_log	log_id	ID nhật ký kiểm toán (Khóa chính)

login_log	log_code	Mã nhật ký
	operation	Thao tác
	old_data	Dữ liệu cũ
	new_data	Dữ liệu mới
	changed_by	Người thay đổi (ID tài khoản)
	changed_at	Thời gian thay đổi
	ip_address	Địa chỉ IP
	user_agent	Thông tin trình duyệt/ứng dụng
	record_id	ID bản ghi bị thay đổi
	entity_id	ID thực thể
	entity_name	Tên thực thể
	module_name	Tên module
	action_description	Mô tả hành động
	created_at	Ngày tạo
	login_id	ID nhật ký đăng nhập (Khóa chính)
	login_code	Mã nhật ký đăng nhập
	account_id	ID tài khoản (Khóa ngoại)
	status	Trạng thái
	login_time	Thời gian đăng nhập
	logout_time	Thời gian đăng xuất
	ip_address	Địa chỉ IP

	user_agent	Thông tin trình duyệt/ứng dụng
	device_info	Thông tin thiết bị
	created_at	Ngày tạo
classes	class_id	ID lớp học (Khóa chính)
	class_name	Tên lớp học
	department_id	ID khoa/phòng ban (Khóa ngoại)
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	academic_year_id	ID năm học (Khóa ngoại)
	status	Trạng thái
	class_code	Mã lớp học
class_students	class_student_id	ID sinh viên trong lớp (Khóa chính)
	class_id	ID lớp học (Khóa ngoại)
	student_id	ID sinh viên (Khóa ngoại)
	is_active	Trạng thái hoạt động
	created_at	Ngày tạo
	registration_status	Trạng thái đăng ký
	registered_by_account	Tài khoản đăng ký
schedules	schedule_id	ID lịch học (Khóa chính)

leaves	schedule_code	Mã lịch học
	subject_id	ID môn học (Khóa ngoại)
	class_id	ID lớp học (Khóa ngoại)
	start_time	Thời gian bắt đầu
	end_time	Thời gian kết thúc
	repeat_weekly	Lặp lại hàng tuần
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	room_id	ID phòng học (Khóa ngoại)
	latitude	Vĩ độ
	longitude	Kinh độ
	slot_id	ID tiết học (Khóa ngoại)
	lesson_type	Loại buổi học
	day_of_week	Thứ trong tuần
	status	Trạng thái
leaves	leave_request_id	ID yêu cầu nghỉ phép (Khóa chính)
	leave_request_code	Mã yêu cầu nghỉ phép
	student_id	ID sinh viên (Khóa ngoại)
	subject_id	ID môn học (Khóa ngoại)
	reason	Lý do

lecturers	from_date	Ngày bắt đầu nghỉ
	to_date	Ngày kết thúc nghỉ
	status	Trạng thái
	rejected_reason	Lý do từ chối
	attachment	Tệp đính kèm
	approved_by	Người phê duyệt (ID tài khoản)
	reviewed_at	Thời gian xem xét
	to_target	Người nhận (ID tài khoản)
	images_urls	URL hình ảnh
	created_at	Ngày tạo
lecturer_subjects	updated_at	Ngày cập nhật
	lecturer_id	ID giảng viên (Khóa chính)
	lecturer_code	Mã giảng viên
	fullname	Họ và tên
	department_id	ID khoa/phòng ban (Khóa ngoại)
	account_id	ID tài khoản (Khóa ngoại)
	gender	Giới tính
	dob	Ngày sinh
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật

subject_classes	subject_id	ID môn học (Khóa ngoại)
	lecturer_id	ID giảng viên (Khóa ngoại)
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	subject_class_id	ID lớp môn học (Khóa chính)
	subject_id	ID môn học (Khóa ngoại)
	class_id	ID lớp học (Khóa ngoại)
	lecturer_id	ID giảng viên (Khóa ngoại)
	semester_id	ID học kỳ (Khóa ngoại)
	created_at	Ngày tạo
notifications	updated_at	Ngày cập nhật
	notification_id	ID thông báo (Khóa chính)
	notification_code	Mã thông báo
	title	Tiêu đề
	content	Nội dung
	created_by	Người tạo (ID tài khoản)
	is_read	Đã đọc chưa
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	to_target	Người nhận (ID tài khoản)

rooms	room_id	ID phòng (Khóa chính)
	room_code	Mã phòng
	room_name	Tên phòng
	latitude	Vĩ độ
	longitude	Kinh độ
	room_type	Loại phòng
	capacity	Sức chứa
	status	Trạng thái
	created_at	Ngày tạo
staffs	updated_at	Ngày cập nhật
	staff_id	ID nhân viên/cán bộ (Khóa chính)
	staff_code	Mã nhân viên/cán bộ
	fullname	Họ và tên
	account_id	ID tài khoản (Khóa ngoại)
	gender	Giới tính
	dob	Ngày sinh
	created_at	Ngày tạo
departments	updated_at	Ngày cập nhật
	department_id	ID khoa/phòng ban (Khóa chính)
	department_name	Tên khoa/phòng ban
	department_code	Mã khoa/phòng ban
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật

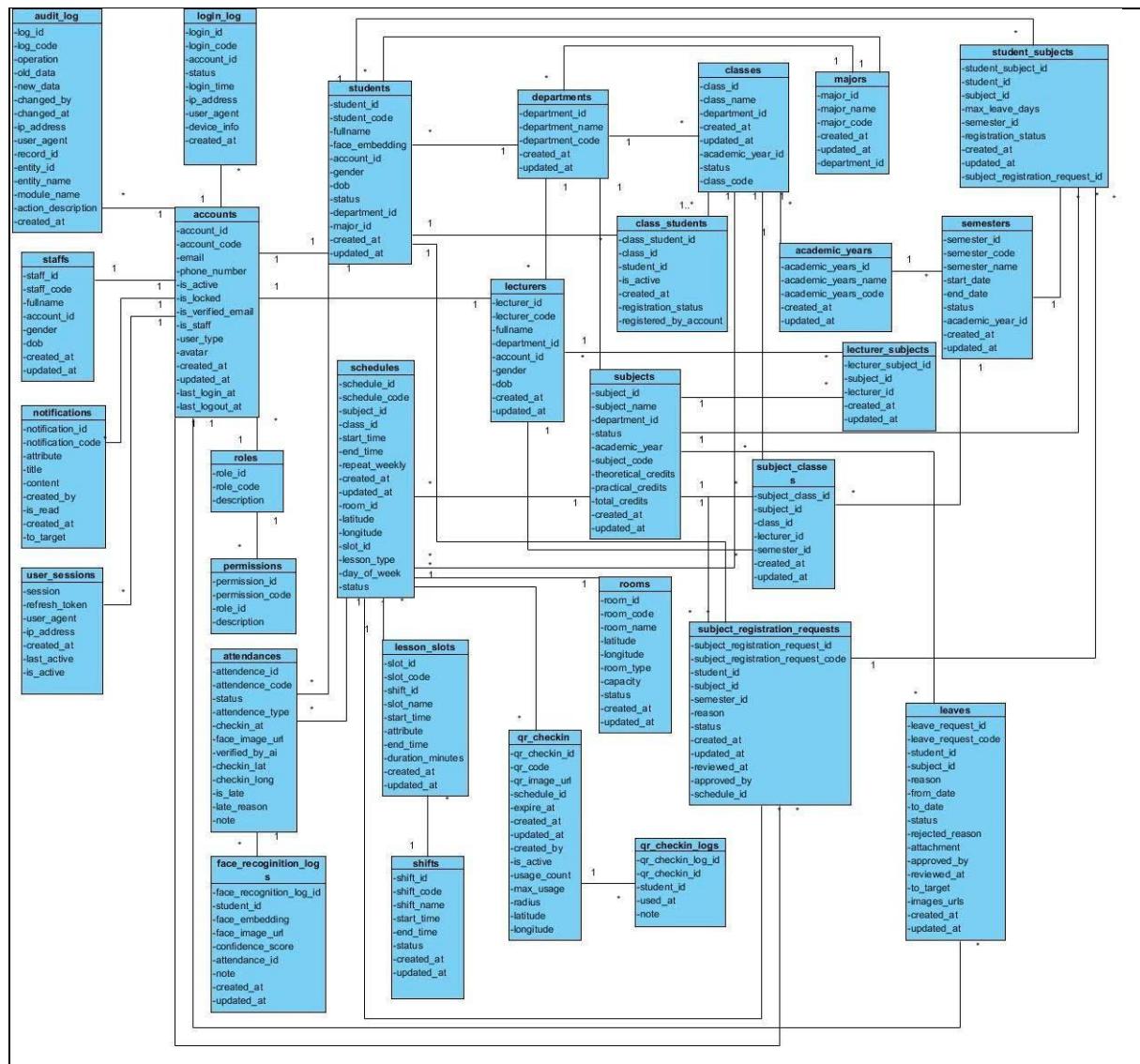
majors	major_id	ID chuyên ngành (Khóa chính)
	major_name	Tên chuyên ngành
	major_code	Mã chuyên ngành
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	department_id	ID khoa/phòng ban (Khóa ngoại)
students	department_id	ID khoa/phòng ban (Khóa ngoại)
	student_id	ID sinh viên (Khóa chính)
	student_code	Mã sinh viên
	fullname	Họ và tên
	face_embedding	Vector nhúng khuôn mặt
	account_id	ID tài khoản (Khóa ngoại)
	gender	Giới tính
	dob	Ngày sinh
	status	Trạng thái
	major_id	ID chuyên ngành (Khóa ngoại)
student_subjects	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	student_subject_id	ID sinh viên-môn học (Khóa chính)
	student_id	ID sinh viên (Khóa ngoại)

subject_registration_requests ts	subject_id	ID môn học (Khóa ngoại)
	max_leave_days	Số ngày nghỉ tối đa
	semester_id	ID học kỳ (Khóa ngoại)
	registration_status	Trạng thái đăng ký
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
	subject_registration_request_id	ID yêu cầu đăng ký môn học (Khóa ngoại)
	subject_registration_request_id	ID yêu cầu đăng ký môn học (Khóa chính)
	subject_registration_request_code	Mã yêu cầu đăng ký môn học
	student_id	ID sinh viên (Khóa ngoại)

	approved_by	Người phê duyệt (ID tài khoản)
	schedule_id	ID lịch học (Khóa ngoại)
academic_years	academic_year_id	ID năm học (Khóa chính)
	academic_year_name	Tên năm học
	academic_year_code	Mã năm học
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
subjects	subject_id	ID môn học (Khóa chính)
	subject_name	Tên môn học
	department_id	ID khoa/phòng ban (Khóa ngoại)
	status	Trạng thái
	academic_year	Năm học
	subject_code	Mã môn học
	theoretical_credits	Tín chỉ lý thuyết
	practical_credits	Tín chỉ thực hành
	total_credits	Tổng số tín chỉ
	created_at	Ngày tạo
semesters	updated_at	Ngày cập nhật
	semester_id	ID học kỳ (Khóa chính)
	semester_code	Mã học kỳ
	semester_name	Tên học kỳ
	start_date	Ngày bắt đầu
	end_date	Ngày kết thúc
	status	Trạng thái

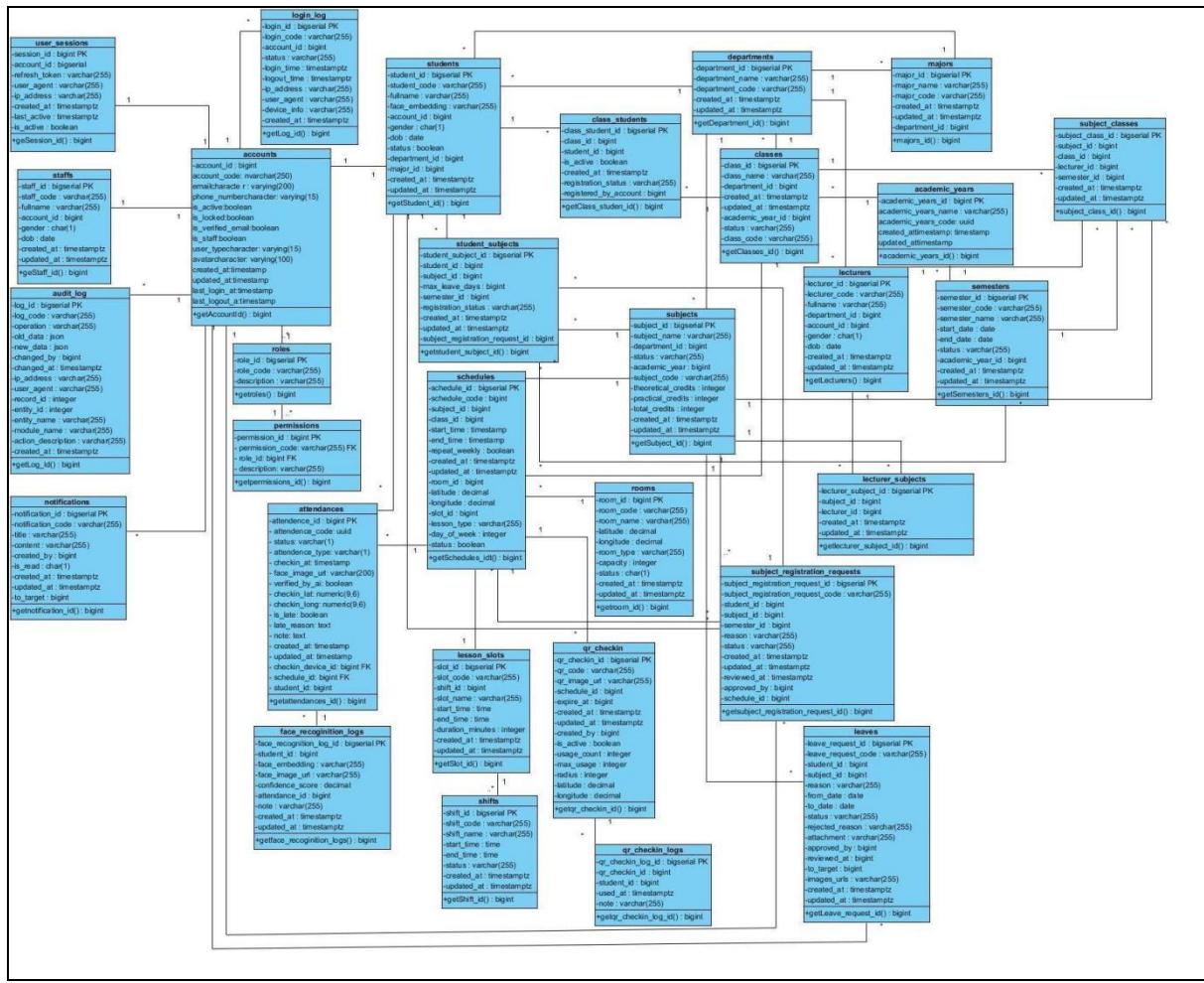
	academic_year_id	ID năm học (Khóa ngoại)
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
shifts	shift_id	ID ca học/làm việc (Khóa chính)
	shift_code	Mã ca
	shift_name	Tên ca
	start_time	Thời gian bắt đầu
	end_time	Thời gian kết thúc
	status	Trạng thái
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật
lesson_slots	slot_id	ID tiết học (Khóa chính)
	slot_code	Mã tiết học
	shift_id	ID ca học (Khóa ngoại)
	slot_name	Tên tiết học
	start_time	Thời gian bắt đầu
	end_time	Thời gian kết thúc
	duration_minutes	Thời lượng (phút)
	created_at	Ngày tạo
	updated_at	Ngày cập nhật

4.6. Sơ đồ domain



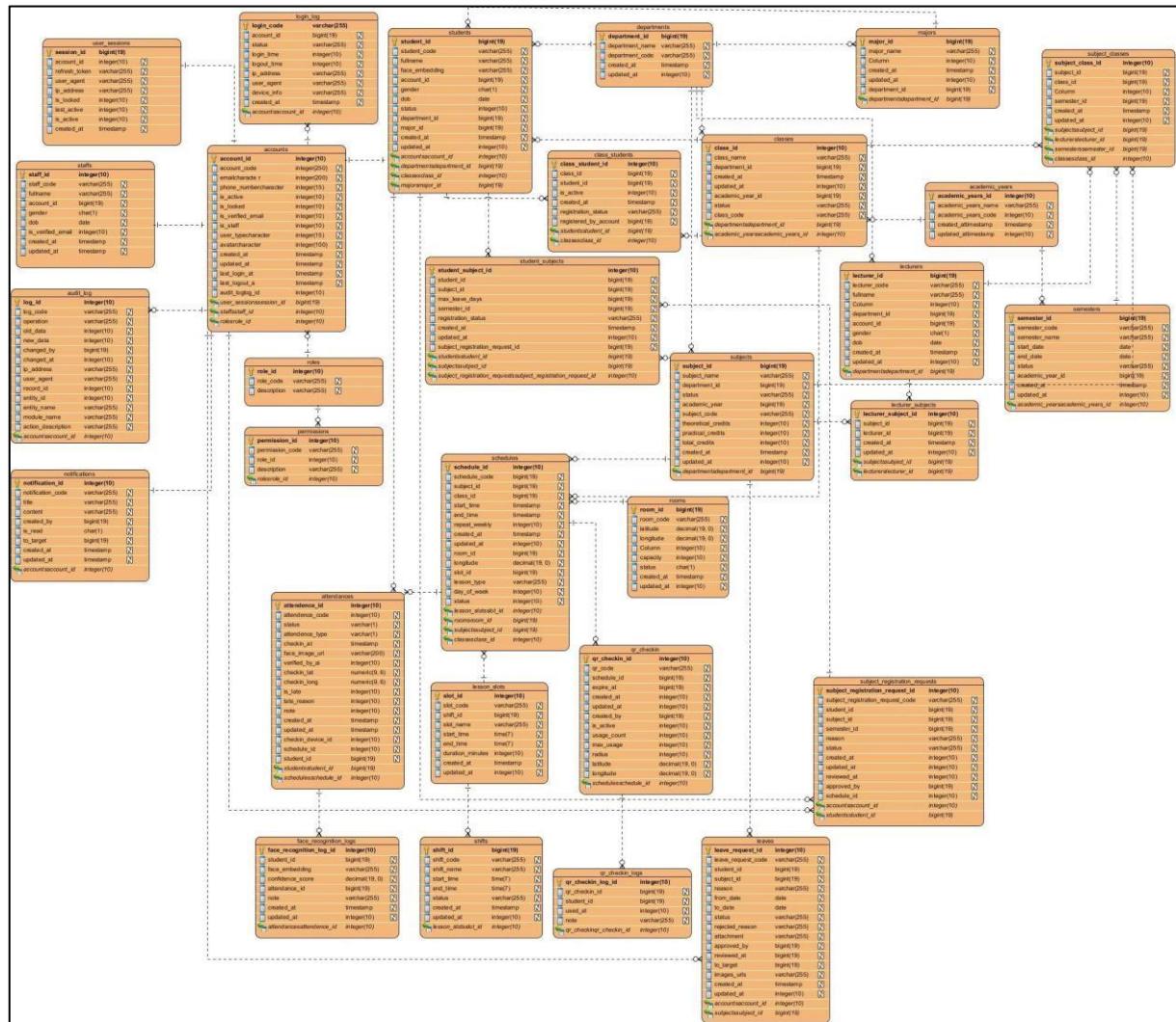
Hình 4.6.1 Sơ đồ domain

4.7. Sơ đồ lớp



Hình 4.7.1 Sơ đồ lớp

4.8. Sơ đồ cơ sở dữ liệu



Hình 4.8.1 Sơ đồ cơ sở dữ liệu

Danh sách các bảng:

Academic_years

Bảng 4.8.1 Bảng academic_years

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
Academic_years_id	bigint	PK	Auto increment	
Academic_years_name	Varchar(255)			
Tên năm học				
Academic_years_code	uuid			
Mã code năm học				
created_at	Timestamp with time zone			
Thời gian tạo năm học				
updated_at	Timestamp with time zone			

Thời gian cập nhật năm học

Accounts

Bảng 4.8.2 Bảng account

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
account_id	bigint	PK	Auto increment	
Mã tài khoản, khóa chính của bảng Accounts.				
account_code	uuid			
Mã định danh tài khoản dạng UUID, sinh tự động				
email	character varying(200)			
Email của tài khoản.				
phone_number	character varying(15)			
Số điện thoại người dùng.				
is_active	boolean			

Tài khoản có đang hoạt động hay không.				
is_locked	boolean			
Trạng thái khóa tài khoản.				
is_verified_email	boolean			
Email đã được xác minh hay chưa.				
is_staff	boolean			
Tài khoản có phải giảng viên/nhân viên hay không.				
user_type	character varying(15)			
Loại người dùng (admin, lecturer, student)				
avata	character varying(100)			X
Đường dẫn ảnh đại diện của người dùng.				
craeted_at	Timestamp with time zone			
Thời gian tạo tài khoản.				

updated_at	Timestamp with time zone			
Thời gian cập nhật thông tin tài khoản.				
last_login_at	Timestamp with time zone			X
Thời gian đăng nhập gần nhất (ghi log).				
last_logout_at	Timestamp with time zone			X
Thời gian đăng xuất gần nhất.				
delete_at	Timestamp with time zone			X
Thời gian xóa tài khoản.				
otp_code	character varying(6)			X
Mã OTP để xác thực.				

otp_created_at	Timestamp with time zone			X
Thời gian tạo mã OTP.				
role_id	bigint	FK		
Thời gian tạo mã OTP.				

Attendances

Bảng 4.8.3 Bảng attendances

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
attendance_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng Attendances.				
attendance_code	uuid		gen_random_uuid()	
Mã điểm danh dạng UUID.				
status	character varying(1)			
Trạng thái điểm danh				

attendance_type	character varying(1)			
Loại điểm danh				
checkin_at	Timestamp with time zone			
Thời gian sinh viên thực hiện check-in.				
face_image_url	character varying(200)			
URL ảnh khuôn mặt dùng cho AI kiểm tra.				
verified_by_ai	boolean			
AI có xác nhận check-in hay không.				
checkin_lat	numeric(9,6)			
Vĩ độ điểm check-in.				
checkin_long	numeric(9,6)			
Kinh độ điểm check-in.				
is_late	boolean			

Sinh viên có đi trễ hay không.				
late_reason	text			
Lý do đi trễ (nếu có).				
note	text			
Ghi chú thêm về điểm danh.				
created_at	Timestamp with time zone			
Thời gian tạo bản ghi điểm danh.				
updated_at	Timestamp with time zone			
Thời gian cập nhật bản ghi.				
checkin_device_id	bigint	FK		
Thiết bị dùng để check-in.				
schedule_id	bigint	FK		
Lịch học mà điểm danh thuộc về.				

student_id	bigint			
Sinh viên thực hiện điểm danh.				

Audit_logs

Bảng 4.8.4 Bảng audit_logs

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
log_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng Audit_logs.				
long_code	uuid		gen_random_uuid()	
Mã định danh log dạng UUID.				
operation	character varying(1)			
Loại thao tác				
old_data	jsonb			
Dữ liệu cũ trước khi thay đổi.				

new_data	Timestamp with time zone		X	
Dữ liệu mới sau khi thay đổi.				
changed_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm phát sinh thay đổi để ghi log.				
ip_address	inet			
Địa chỉ IP của người thực hiện thao tác.				
user_agent	text			
Chuỗi thông tin thiết bị, trình duyệt.				
record_id	character varying(255)			
ID bản ghi bị tác động				
entity_id	character varying(255)			
ID của entity (bảng / đối tượng) liên quan.				

entity_name	character varying(255)			
Tên bảng hoặc tên entity được ghi log.				
module_name	character varying(100)			
Tên module (phân hệ) nơi thao tác xảy ra.				
action_description	text			
Mô tả chi tiết hành động được thực hiện.				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời gian tạo bản ghi log.				
Changed_by_id	bigint	FK		
Người thực hiện thay đổi				

Class_students

Bảng 4.8.5 Bảng class_students

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
class_student_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi bản ghi sinh viên đăng ký lớp.				
is_active	boolean			
Trạng thái hoạt động của đăng ký (còn hiệu lực hay không).				
created_at	Timestamp with time zone			
Thời điểm tạo bản ghi đăng ký lớp.				
registration_status	character varying(20)			
Trạng thái đăng ký				
class_id_id	bigint	FK		
Khóa ngoại trỏ đến lớp mà sinh viên đăng ký.				

registered_by_account_id	bigint			
Tài khoản thực hiện việc đăng ký				
student_id	bigint			
Sinh viên được đăng ký vào lớp.				

Classes

Bảng 4.8.6 Bảng classes

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
class_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi lớp học.				
class_name	character varying(100)			
Tên lớp học				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo lớp.				

update_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin lớp gần nhất.				
status	character varying(1)			
Trạng thái lớp				
class_code	uuid		uuid_generate_v4()	
Mã định danh duy nhất của lớp, dùng để tra cứu nhanh hoặc chia sẻ.				
academic_year_id	bigint	FK		
Khóa ngoại đến năm học mà lớp thuộc về.				
department_id	bigint	FK		
Khóa ngoại đến khoa/Bộ môn mà lớp trực thuộc.				

Departments

Bảng 4.8.7 Bảng departments

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL

department_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, định danh duy nhất cho mỗi khoa/bộ môn.				
department_name	character varying(255)			
Tên của khoa/bộ môn				
department_code	uuid		uuid_generate_v4()	
Mã định danh duy nhất của khoa, dùng cho tra cứu hoặc mã hóa dữ liệu.				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo bản ghi khoa/bộ môn.				
update_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật bản ghi gần nhất. Cho phép NULL nếu chưa từng cập nhật.				

Face_recognition_log

Bảng 4.8.8 Bảng *face_recognition_log*

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
face_recognition_log_id	bigint	PK	Auto increment	

Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi bản ghi log nhận diện khuôn mặt.				
face_embedding	bytea			
Dữ liệu đặc trưng khuôn mặt đã được mã hóa dưới dạng vector embedding . Dùng cho việc so khớp khuôn mặt.				
face_image_url	text			
Đường dẫn ảnh khuôn mặt được hệ thống lưu lại tại thời điểm nhận diện.				
confidence_score	numeric(5, 2)			
Điểm tin cậy của kết quả nhận diện. Giá trị càng cao → độ chính xác càng lớn.				
note	text			X
Ghi chú thêm về lần nhận diện				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm bản ghi nhận diện được tạo trong hệ thống.				
attendance_id	bigint	FK		
Tham chiếu đến bảng điểm danh. Xác định lần điểm danh mà kết quả nhận diện thuộc về.				
student_id	bigint	FK		
Tham chiếu sinh viên được nhận diện trong log này.				

Leaves

Bảng 4.8.9 Bảng leaves

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
leave_request_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi đơn xin nghỉ phép.				
leave_request_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho mỗi đơn xin nghỉ phép, dùng để tra cứu và quản lý.				
reason	text			
Lý do xin nghỉ phép do sinh viên cung cấp.				
from_date	Timestamp with time zone			
Thời gian bắt đầu xin nghỉ.				
to_date	Timestamp with time zone			

Thời gian kết thúc xin nghỉ.				
status	character varying(1)	CHECK (status IN ('P','A','R'))	'P'	
Trạng thái đơn xin nghỉ: P – Pending (chờ duyệt), A – Approved (đã duyệt), R – Rejected (từ chối).				
rejected_reason	text			
Lý do từ chối đơn (chỉ có khi trạng thái là Rejected).				
attachment	character varying(100)			X
Đường dẫn file minh chứng đính kèm cho đơn xin nghỉ (giấy tờ, hình ảnh...).				
review_at	Timestamp with time zone			
Thời điểm đơn xin nghỉ được duyệt hoặc bị từ chối				
images_urls	jsonb			X
Danh sách URL hình ảnh minh chứng được lưu dưới dạng JSON.				

created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo đơn xin nghỉ trong hệ thống.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin đơn xin nghỉ gần nhất.				
approved_by_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng account. Xác định người duyệt đơn xin nghỉ.				
student_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng student. Xác định sinh viên gửi đơn xin nghỉ.				
subject_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng subjects. Xác định môn học liên quan đến đơn xin nghỉ.				
to_target_id	bigint	FK		
Khóa ngoại xác định đối tượng nhận đơn (giảng viên hoặc quản lý phụ trách).				

Lecturer_subjects

Bảng 4.8.10 Bảng lecturer_subjects

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
lecturer_subject_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi bản ghi phân công giảng viên – môn học.				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
hời điểm tạo bản ghi phân công giảng dạy trong hệ thống.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin phân công giảng dạy gần nhất.				
lecturer_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng lecturers. Xác định giảng viên được phân công giảng dạy.				
subject_id	bigint	FK		

Khóa ngoại liên kết đến bảng subjects. Xác định môn học mà giảng viên phụ trách giảng dạy.

Lecturers

Bảng 4.8.11 Bảng lecturers

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
lecturer_id	bigint	PK	Auto increment	
lecturer_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho mỗi giảng viên, dùng để quản lý và tra cứu.				
fullname	character varying(255)			
Họ và tên đầy đủ của giảng viên.				
gender	character varying(1)	CHECK (gender IN ('M','F','O'))		
Giới tính của giảng viên: M – Nam, F – Nữ, O – Khác.				

<code>dob</code>	<code>date</code>			
Ngày tháng năm sinh của giảng viên.				
<code>created_at</code>	<code>Timestamp with time zone</code>			
Thời điểm tạo hồ sơ giảng viên trong hệ thống.				
<code>updated_at</code>	<code>Timestamp with time zone</code>			
Thời điểm cập nhật thông tin giảng viên gần nhất.				
<code>account_id</code>	<code>bigint</code>	<code>FK</code>		
Khóa ngoại liên kết đến bảng accounts. Xác định tài khoản đăng nhập của giảng viên.				
<code>department_id</code>	<code>bigint</code>	<code>FK</code>		
Khóa ngoại liên kết đến bảng departments. Xác định khoa/bộ môn mà giảng viên đang công tác.				

Lesson_slots

Bảng 4.8.12 Bảng lesson_slots

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
slot_code	uuid	PK	gen_random_uuid()	
Khóa chính của bảng. Mã định danh duy nhất cho mỗi ca học (tiết học).				
slot_name	character varying(50)			
Tên ca học/tiết học (ví dụ: Tiết 1, Ca sáng, Ca chiều...).				
start_time	Timestamp with time zone			
Thời gian bắt đầu ca học.				
end_time	Timestamp with time zone			
Thời gian kết thúc ca học.				

duration_minutes	integer	CHECK (duration_minutes > 0)		
Thời lượng của ca học tính theo phút.				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo ca học trong hệ thống.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin ca học gần nhất.				
shift_id_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng shifts. Xác định ca (buổi) mà tiết học này thuộc về.				

Login_log

Bảng 4.8.13 Bảng login_log

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
login_id	bigint	PK	Auto increment	

Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi lần đăng nhập.				
login_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho mỗi lần đăng nhập, phục vụ truy vết hệ thống.				
status	character varying(1)	CHECK (status IN ('S','F'))		
Trạng thái đăng nhập: S – Success (thành công), F – Failed (thất bại).				
login_time	Timestamp with time zone			
Thời điểm người dùng đăng nhập vào hệ thống.				
logout_time	Timestamp with time zone			
Thời điểm người dùng đăng xuất khỏi hệ thống.				
ip_address	inet			
Địa chỉ IP của thiết bị thực hiện đăng nhập.				

user_agent	text			
Thông tin trình duyệt và hệ điều hành của người dùng khi đăng nhập.				
device_info	jsonb			
Thông tin thiết bị				
created_at	Timestamp with time zone			
Thông tin chi tiết thiết bị đăng nhập (model, OS, browser...) được lưu dưới dạng JSON.				
account_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng accounts. Xác định tài khoản thực hiện đăng nhập.				

Majors

Bảng 4.8.14 Bảng majors

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
majors_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi ngành/chuyên ngành.				

majors_name	character varying(255)			
Tên ngành/chuyên ngành (ví dụ: Công nghệ thông tin, Kế toán, Quản trị kinh doanh...).				
majors_code	uuid	UNIQUE	gen_random_ uuid()	
Mã định danh duy nhất cho mỗi ngành/chuyên ngành, dùng để quản lý và tra cứu.				
created_id	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo bản ghi ngành/chuyên ngành trong hệ thống.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin ngành/chuyên ngành gần nhất.				
department_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng departments. Xác định khoa quản lý ngành/chuyên ngành này.				

Notifications

Bảng 4.8.15 Bảng notifications

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
notifications_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi thông báo trong hệ thống.				
notifications_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho mỗi thông báo, dùng để tra cứu và quản lý.				
title	character varying(255)			
Tiêu đề của thông báo.				
content	text			
Nội dung chi tiết của thông báo gửi đến người dùng.				
is_read	character varying(1)	CHECK (is_read IN ('Y','N'))	'N'	
Trạng thái đã đọc thông báo: Y – Đã đọc, N – Chưa đọc.				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo thông báo trong hệ thống.				

updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông báo gần nhất.				
created_by_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng accounts. Xác định người tạo thông báo.				
to_target_id	bigint	FK		
Khóa ngoại xác định đối tượng nhận thông báo (sinh viên, giảng viên, lớp học...).				

Qr_checkin_logs

Bảng 4.8.16 Bảng qr_checkin_logs

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
qr_checkin_log_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi lượt ghi nhận check-in bằng QR.				
used_at	Timestamp with time zone			X
Thời điểm QR được sử dụng để điểm danh.				

note	text			X
Ghi chú thêm về lần check-in				
qr_checkin_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến bảng qr_checkins. Xác định mã QR đã được dùng để check-in.				
student_id	bigint	FK		
Khóa ngoại chỉ định sinh viên thực hiện check-in.				

Qr_checkins

Bảng 4.8.17 Bảng qr_checkins

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
qr_checkin_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi mã QR dùng để điểm danh.				
qr_code	character varying(255)			
Chuỗi mã QR được sinh ra để sinh viên quét điểm danh.				

qr_image_url	character varying(200)			
Đường dẫn URL đến ảnh QR được sinh ra.				
expire_at	Timestamp with time zone			
Thời điểm mã QR hết hạn, không thể sử dụng nữa.				
created_at	Timestamp with time zone			
Thời điểm tạo mã QR.				
updated_at	Timestamp with time zone			
Thời điểm cập nhật thông tin mã QR gần nhất.				
is_active	boolean			
Trạng thái hoạt động của mã QR: TRUE – còn hiệu lực, FALSE – không còn sử dụng.				
usage_count	integer			

Số lần mã QR đã được sử dụng để check-in.				
max_usage	integer			
Giới hạn số lần mã QR được phép sử dụng.				
radius	integer			
Bán kính cho phép check-in (tính theo mét), dùng cho điểm danh theo vị trí				
latitude	numeric(9,6)			
Vĩ độ của vị trí tạo mã QR.				
longitude	numeric(9,6)			
Kinh độ của vị trí tạo mã QR				
created_by_id	bigint	FK		
Khóa ngoại xác định tài khoản đã tạo mã QR				
schedule_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến lịch học/lịch dạy mà mã QR thuộc về.				

Roles

Bảng 4.8.18 Bảng roles

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
role_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, đồng thời là khóa liên kết (pointer) đến bảng groups trong hệ thống phân quyền.				
roles_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho mỗi vai trò trong hệ thống.				
description	text			X
Mô tả chi tiết về vai trò				

Rooms

Bảng 4.8.19 Bảng rooms

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
room_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi phòng.				

room_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho phòng, dùng để tra cứu và quản lý.				
room_name	character varying(100)			
Tên phòng				
latitude	numeric(10, 5)			
Vĩ độ vị trí phòng.				
longitude	numeric(10, 5)			
Kinh độ vị trí phòng.				
room_type	character varying(20)			
Loại phòng				
capacity	integer			
Sức chứa tối đa của phòng.				
status	character varying(1)	CHECK (status IN (‘A’, ‘T’))		
Trạng thái phòng: A – Active (đang sử dụng), I – Inactive (không sử dụng).				

created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo phòng trong hệ thống.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin phòng gần nhất.				

Schedules

Bảng 4.8.20 Bảng schedules

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
schudule_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi lịch học/dạy.				
schudule_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho mỗi lịch.				
start_time	Timestamp with time zone			
Thời gian bắt đầu tiết học.				
end_time	Timestamp with time zone			

Thời gian kết thúc tiết học.				
repeat_weekly	boolean			
Có lặp lại hàng tuần hay không.				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo lịch.				
update_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật lịch gần nhất.				
latitude	numeric(10, 5)			
Vĩ độ vị trí tổ chức lớp học.				
longitude	numeric(10, 5)			
Kinh độ vị trí tổ chức lớp học.				
lesson_type	character varying(50)			
Loại tiết học (ví dụ: Lý thuyết, Thực hành...).				
day_of_week	integer			
Ngày trong tuần của lịch: 1 – Thứ Hai ... 7 – Chủ Nhật.				

status	character varying(1)	CHECK (status IN (‘A’, ‘I’))		
Trạng thái lịch: A – Active (đang sử dụng), I – Inactive (không sử dụng).				
class_id_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến lớp học.				
room_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến phòng học.				
slot_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến ca học/tiết học				
subject_id_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến môn học				

Semesters

Bảng 4.8.21 Bảng semesters

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
semester_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi học kỳ.				

semester_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho học kỳ.				
semester_name	character varying(255)			
Tên học kỳ (ví dụ: Học kỳ I, Học kỳ II...).				
start_date	date			
Ngày bắt đầu học kỳ.				
end_date	date			
Ngày kết thúc học kỳ.				
status	character varying(1)	CHECK (status IN ('A','T'))		
Trạng thái học kỳ: A – Active (đang học), I – Inactive (đã kết thúc).				
craeted_at	Timestamp with time zone	now()		
Thời điểm tạo học kỳ trong hệ thống.				

update_at	Timestamp with time zone	now()		
Thời điểm cập nhật học kỳ gần nhất.				
academic_year_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến năm học tương ứng.				

Shifts

Bảng 4.8.22 Bảng shifts

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
shift_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi ca học/ca làm việc.				
shift_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho ca học/ca làm việc.				
shift_name	character varying(255)			

Tên ca học/ca làm việc (ví dụ: Ca sáng, Ca chiều).				
start_time	Timestamp with time zone			
Thời gian bắt đầu ca học/ca làm việc.				
end_time	Timestamp with time zone			
Thời gian kết thúc ca học/ca làm việc.				
status	character varying(1)	CHECK (status IN ('A','T'))		
Trạng thái ca học: A – Active (đang sử dụng), I – Inactive (không sử dụng).				
craeted_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo ca học trong hệ thống.				
update_at	Timestamp with time zone		now()	

Thời điểm cập nhật ca học gần nhất.

Staffs

Bảng 4.8.23 Bảng staffs

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
staff_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi nhân viên/giảng viên trong hệ thống.				
staff_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho nhân viên/giảng viên.				
fullname	character varying(255)			
Họ và tên đầy đủ của nhân viên/giảng viên.				
gender	character varying(1)	CHECK (gender IN ('M','F','O'))		
Giới tính: M – Nam, F – Nữ, O – Khác.				

dob	date			
Ngày sinh của nhân viên/giảng viên.				
craeted_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo thông tin nhân viên trong hệ thống.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin nhân viên gần nhất.				
account_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến tài khoản của nhân viên/giảng viên trong hệ thống.				

Student_subjects

Bảng 4.8.24 Bảng *student_subjects*

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
student_subject_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi bản ghi đăng ký môn học của sinh viên.				

max_leave_days	integer			
Số ngày nghỉ tối đa sinh viên được phép trong môn học.				
registration_status	character varying(20)			
Trạng thái đăng ký môn học (ví dụ: Registered, Pending, Cancelled...).				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm sinh viên đăng ký môn học.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin đăng ký môn học gần nhất.				
semester_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến học kỳ mà môn học được đăng ký.				
student_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến sinh viên đăng ký môn học.				
subject_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến môn học được đăng ký.				
subject_registration_request_id	bigint			

Khóa ngoại liên kết đến yêu cầu đăng ký môn học (nếu có).

Students

Bảng 4.8.25 Bảng student

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
student_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi sinh viên.				
student_code	character varying(20)			
Mã sinh viên dùng để tra cứu và quản lý.				
fullname	character varying(20)			
Họ và tên đầy đủ của sinh viên.				
face_embedding	bytea			
Dữ liệu nhúng khuôn mặt dùng cho nhận diện 3D hoặc AI.				
profile_attachments	text			
Liên kết đến các tài liệu hồ sơ, ảnh hoặc file đính kèm của sinh viên.				

gender	character varying(1)	CHECK (gender IN ('M','F','O'))		
Giới tính: M – Nam, F – Nữ, O – Khác.				
dob	date			
Ngày sinh của sinh viên				
status	character varying(1)	CHECK (status IN ('A','I'))		
Trạng thái sinh viên: A – Active, I – Inactive.				
is_graduated	boolean			
Trạng thái tốt nghiệp: TRUE – đã tốt nghiệp, FALSE – chưa tốt nghiệp.				
craeted_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo thông tin sinh viên trong hệ thống.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	

Thời điểm cập nhật thông tin sinh viên gần nhất.				
account_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến tài khoản sinh viên.				
department_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến khoa/sở của sinh viên.				
major_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến ngành học/specialization của sinh viên.				

Subject_classes

Bảng 4.8.26 Bảng *subject_classes*

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
subject_class_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi lớp học của môn học.				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo bản ghi lớp học môn học.				

updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật bản ghi lớp học môn học gần nhất.				
class_id_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến lớp học.				
lecturer_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến giảng viên phụ trách lớp học.				
semester_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến học kỳ của lớp học môn học.				
subject_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến môn học.				

Subject_registration_request

Bảng 4.8.27 Bảng *subject_registration_request*

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
subject_registration_request_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi yêu cầu đăng ký môn học.				
subject_registration_request_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho yêu cầu đăng ký môn học				
reason	text			
Lý do sinh viên gửi yêu cầu đăng ký môn học (ví dụ: đăng ký thêm, vượt tín chỉ...).				
status	character varying	CHECK (status IN ('Pending','Approved','Rejected'))		
Trạng thái của yêu cầu: Pending – Chờ duyệt, Approved – Được duyệt, Rejected – Bị từ chối				

created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm sinh viên tạo yêu cầu.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật yêu cầu gần nhất.				
reviewed_at	Timestamp with time zone			
Thời điểm yêu cầu được duyệt hoặc từ chối.				
is_over_credit_limit	boolean			
Đánh dấu yêu cầu có vượt giới hạn tín chỉ hay không.				
approved_by_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến giảng viên/nhân viên phê duyệt yêu cầu.				
schedule_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến lịch học môn học yêu cầu.				

student_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến sinh viên gửi yêu cầu.				
subject_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến môn học của yêu cầu.				

Subjects

Bảng 4.8.28 Bảng subjects

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
subject_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi môn học.				
subject_name	character varying(255)			
Tên môn học.				
status	character varying(1)	CHECK (status IN ('A','T'))		
Trạng thái môn học: A – Active (đang giảng dạy), I – Inactive (ngưng giảng dạy).				

subject_code	uuid	UNIQUE	gen_random_uuid()	
Mã định danh duy nhất cho môn học				
theoretical_credits	integer			
Số tín chỉ lý thuyết của môn học.				
total_credits	integer			
Tổng số tín chỉ của môn học (lý thuyết + thực hành).				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo môn học.				
updated_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm cập nhật thông tin môn học gần nhất.				
sessions_per_class	integer			
Số buổi học trên mỗi lớp cho môn học này.				

academic_year_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến năm học của môn học.				
department_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến khoa/đơn vị quản lý môn học.				

User_sessions

Bảng 4.8.29 Bảng user_sessions

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
session_id	bigint	PK	Auto increment	
Khóa chính của bảng, tự động tăng. Đại diện duy nhất cho mỗi phiên đăng nhập của người dùng.				
refecsh_token	character varying(512)			
Refresh token dùng để làm mới phiên đăng nhập.				
user_agent	text			
Thông tin trình duyệt hoặc thiết bị của người dùng khi đăng nhập.				

ip_address	inet			
Địa chỉ IP của người dùng khi đăng nhập.				
created_at	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm tạo phiên đăng nhập.				
last_active	Timestamp with time zone		now()	
Thời điểm hoạt động cuối cùng trong phiên đăng nhập.				
is_active	boolean		TRUE	
Trạng thái phiên: TRUE – còn hoạt động, FALSE – đã hết hạn hoặc đăng xuất.				
account_id	bigint	FK		
Khóa ngoại liên kết đến tài khoản người dùng.				

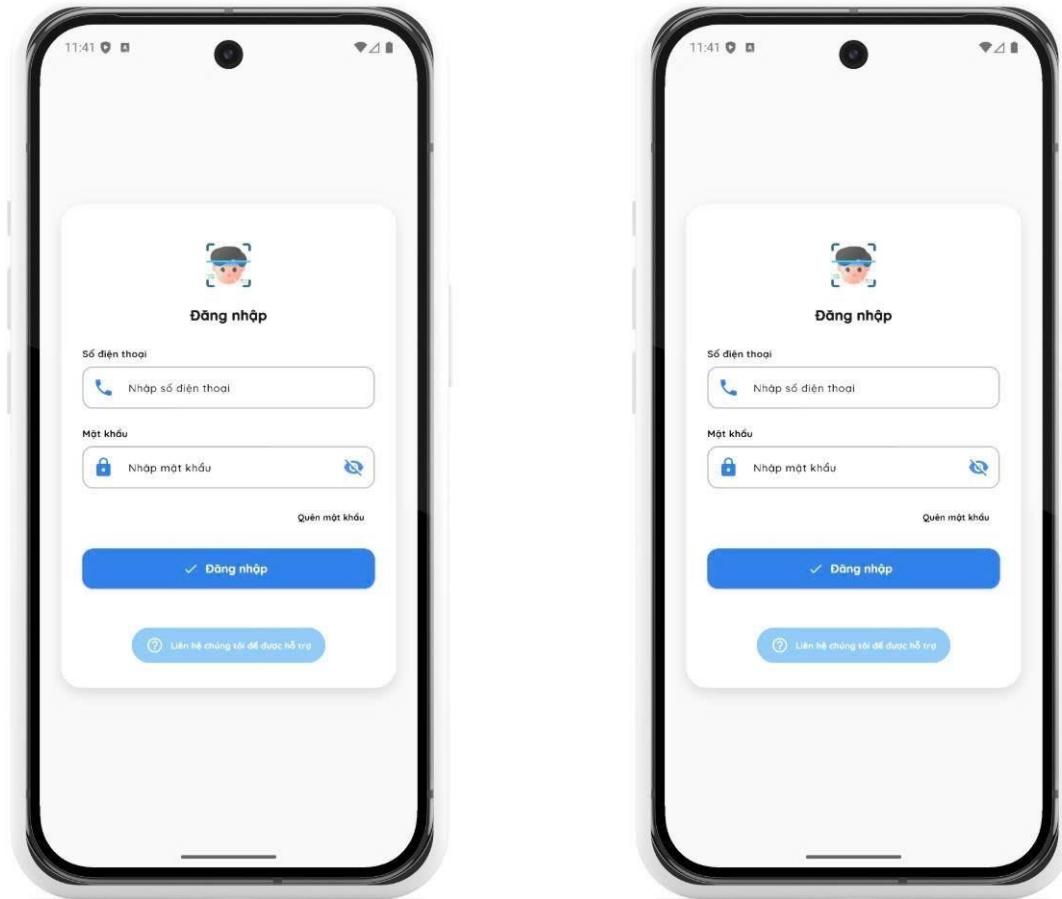
Permissions

Bảng 4.8.30 Bảng permissions

Tên cột	Kiểu dữ liệu	Ràng buộc	Giá trị mặc định	Cho phép NULL
permission_id	bigint	PK	Auto increment	
Mã phân quyền. Khóa chính của bảng Permissions				
permission_code	varchar(255)	FK		
Mã code quyền				
role_id	bigint	FK		
Khóa ngoại đến bảng Roles				
description	varchar(255)			X
Mô tả quyền				

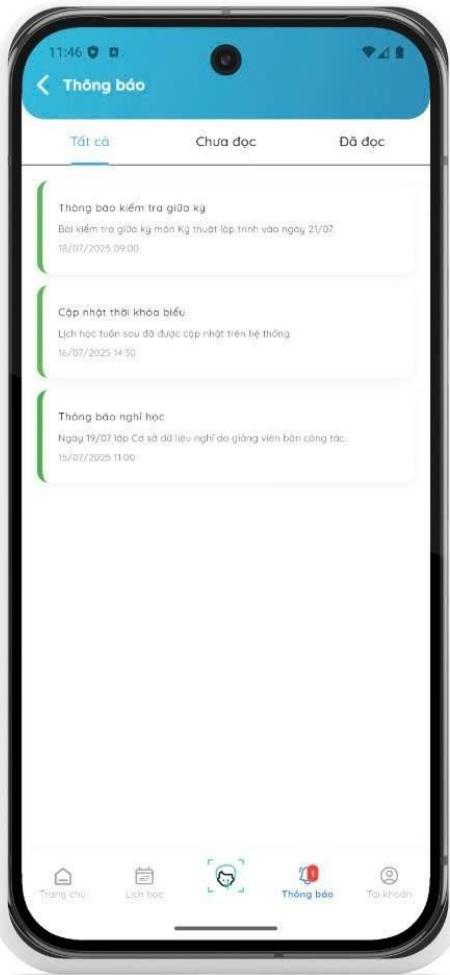
4.9. Thiết kế giao diện

4.9.1. Giao diện app

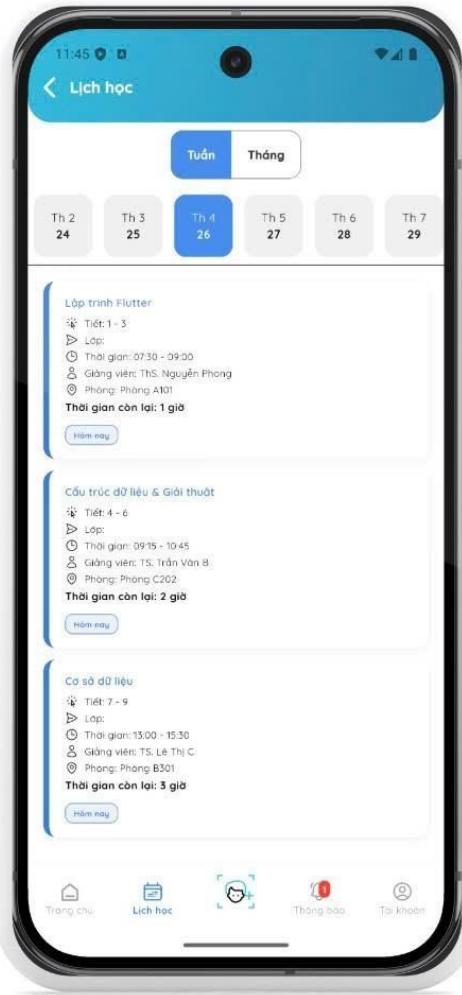


Hình 4.9.1.1 Giao diện app đăng nhập

Hình 4.9.1.2 Giao diện app cài đặt

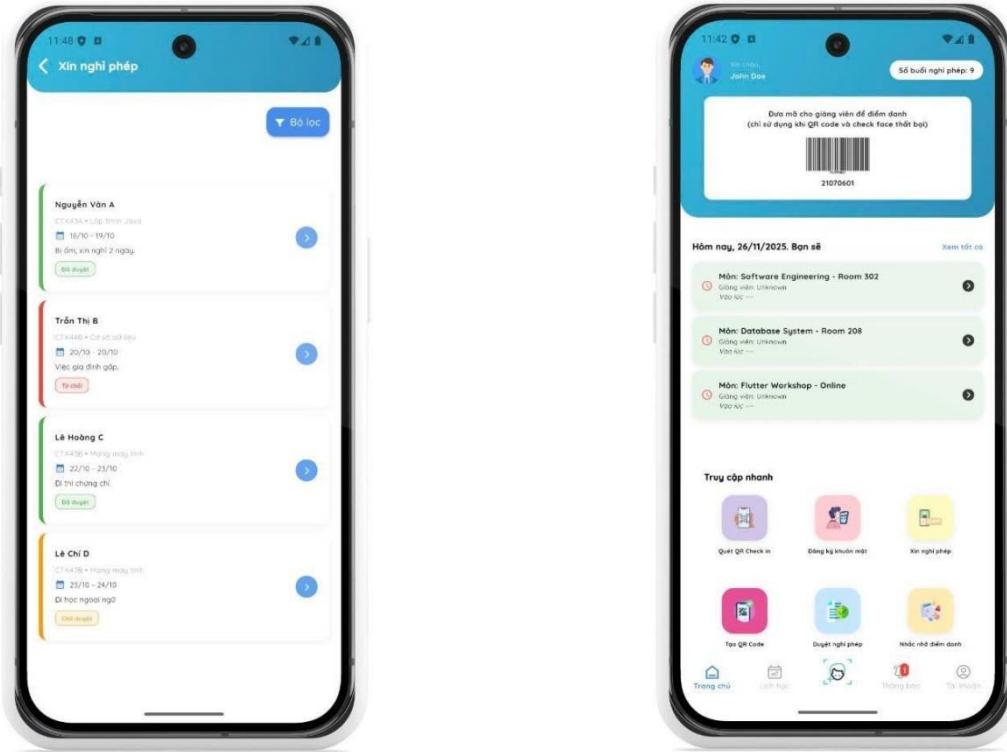


Hình 4.9.1.3 Giao diện app thông báo



Hình 4.9.1.4 Giao diện app lịch học

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR



Hình 4.9.1.5 Giao diện app xin nghỉ phép

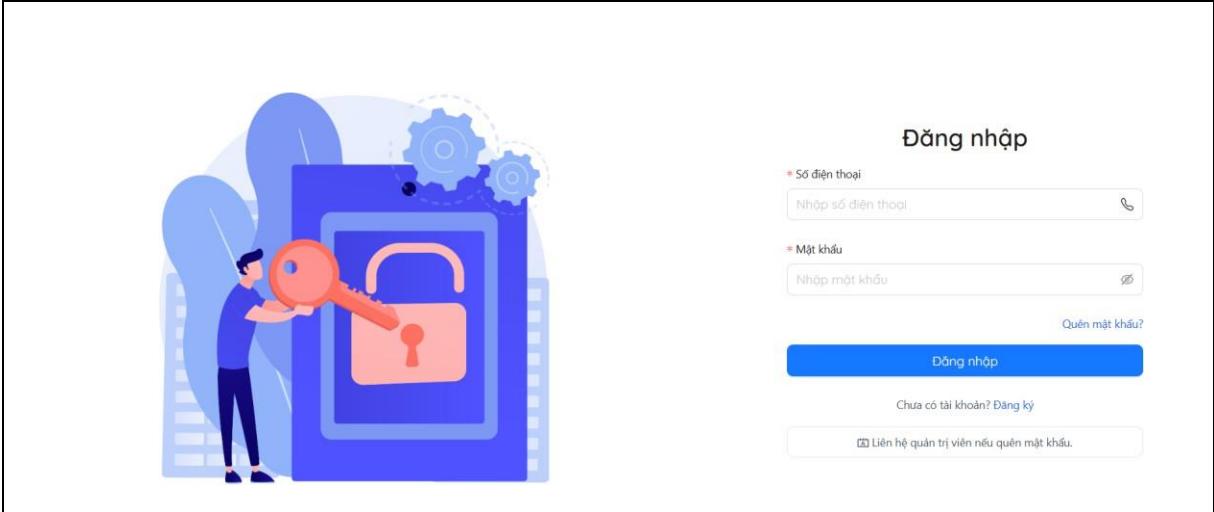
Hình 4.9.1.6 Giao diện app trang chủ



Hình 4.9.1.7 Giao diện app lịch sử đăng nhập

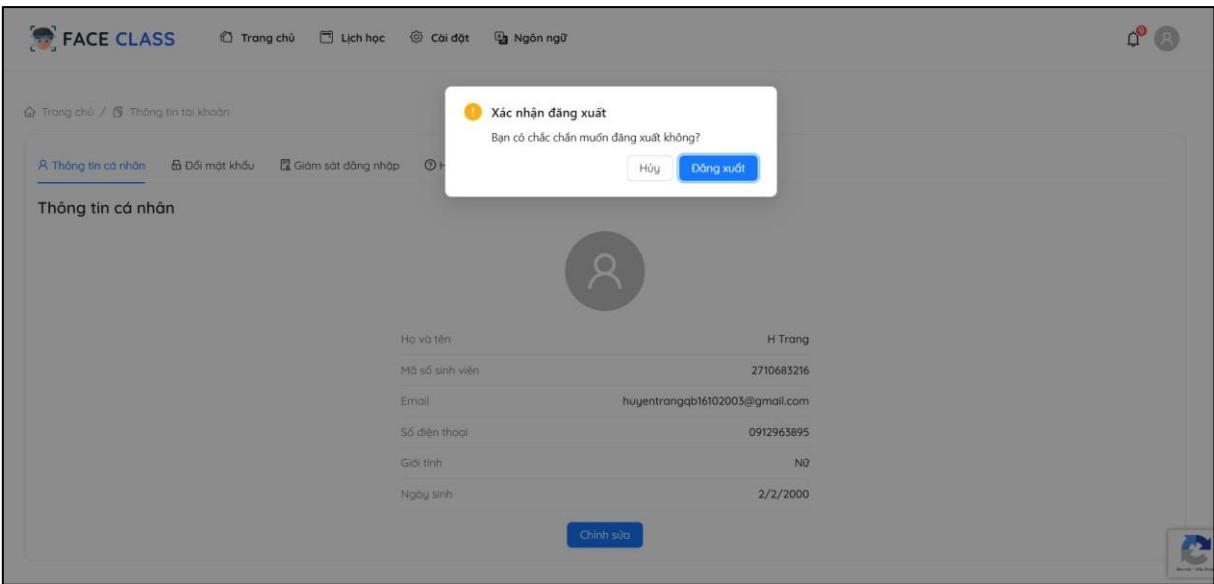
4.9.2. Giao diện web

- Giao diện chung



The screenshot shows a web-based login form titled "Đăng nhập". It features a large, stylized graphic on the left depicting a person in a blue shirt and dark pants holding a large red key to unlock a blue padlock. The right side contains the login fields: "Số điện thoại" (Phone number) and "Mật khẩu" (Password), both with placeholder text "Nhập số điện thoại" and "Nhập mật khẩu". Below these are links for "Quên mật khẩu?" (Forgot password?) and "Đăng nhập" (Login). At the bottom, there are links for "Chưa có tài khoản? Đăng ký" (Don't have an account? Register) and "Liên hệ quản trị viên nếu quên mật khẩu" (Contact administrator if you forgot your password).

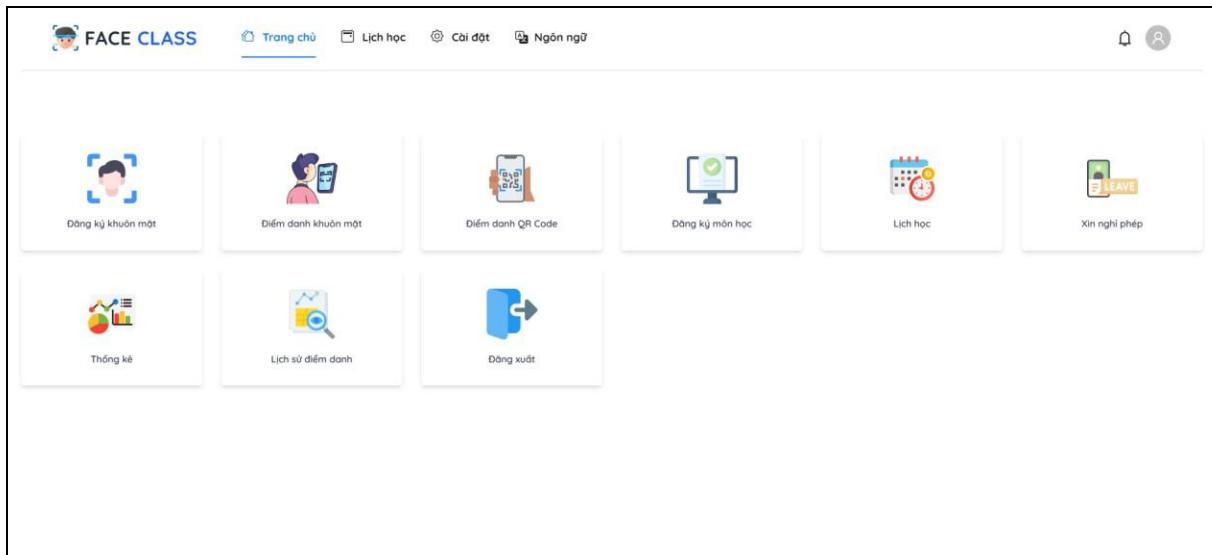
Hình 4.9.2.1 Giao diện web đăng nhập



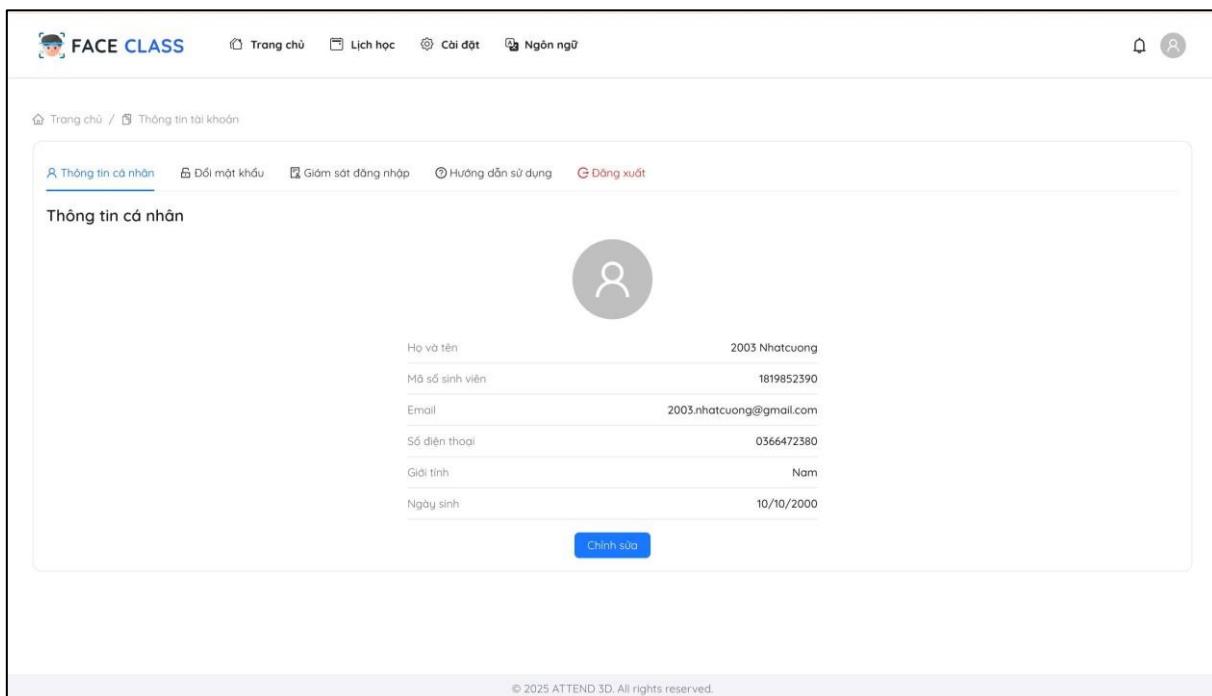
The screenshot shows a user profile page for "FACE CLASS". The top navigation bar includes links for "Trang chủ", "Lịch học", "Cài đặt", and "Ngôn ngữ". The main content area displays "Thông tin cá nhân" (Personal information) with fields for "Họ và tên" (Name), "H Trang", "Mã số sinh viên" (Student ID), "2710683216", "Email", "huyentrangqb16102003@gmail.com", "Số điện thoại" (Phone number), "0912963895", "Giới tính" (Gender), "Nữ", and "Ngày sinh" (Date of birth), "2/2/2000". A "Chỉnh sửa" (Edit) button is located at the bottom of this section. A modal dialog box titled "Xác nhận đăng xuất" (Logout confirmation) asks "Bạn có chắc chắn muốn đăng xuất không?" (Are you sure you want to log out?). It has "Hủy" (Cancel) and "Đăng xuất" (Logout) buttons.

Hình 4.9.2.2 Giao diện web đăng xuất

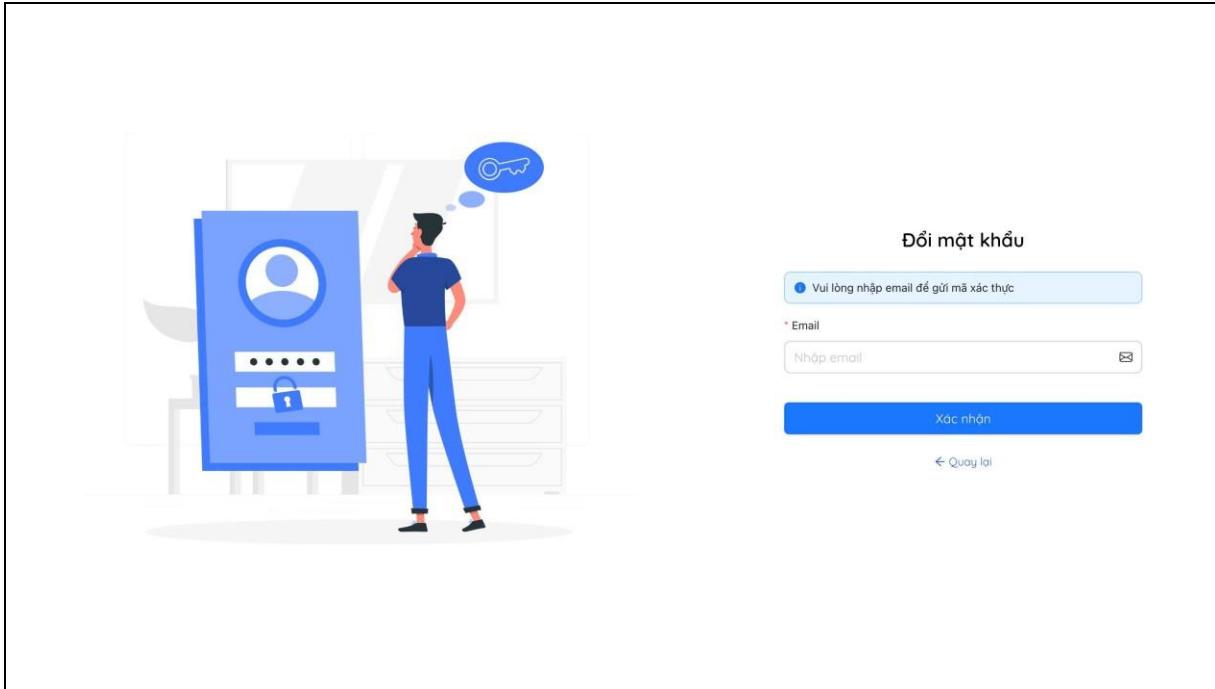
- Giao diện sinh viên



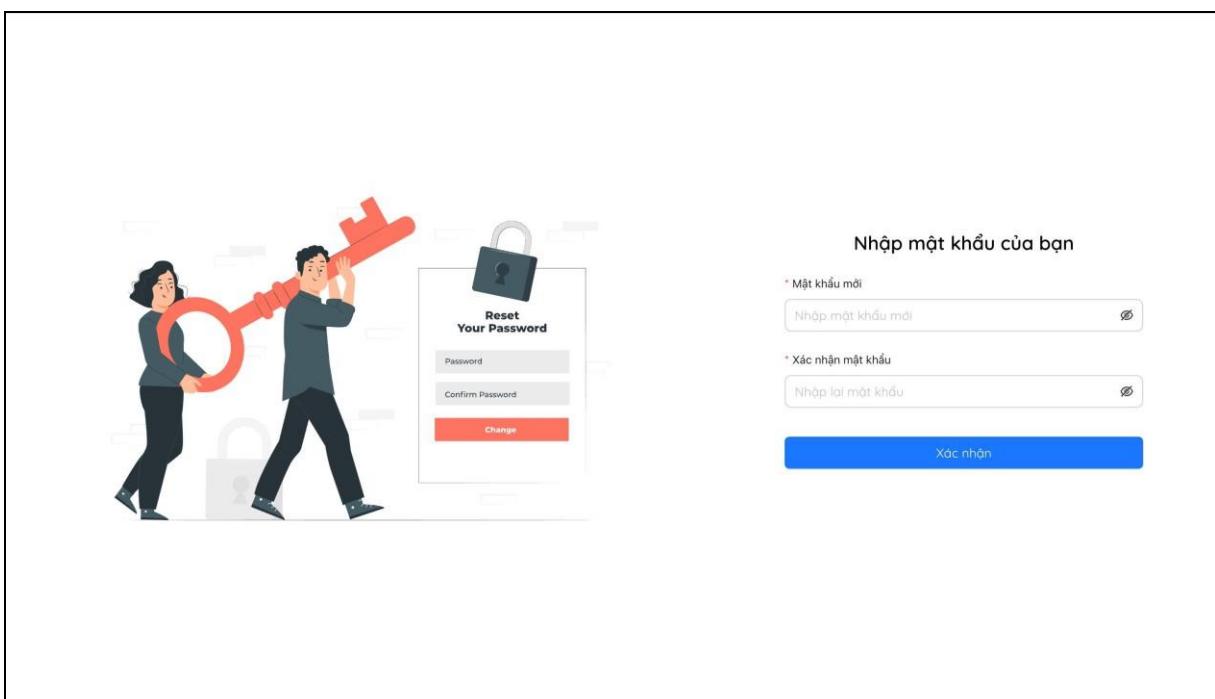
Hình 4.9.2.3 Giao diện web trang chủ



Hình 4.9.2.4 Giao diện web thông tin cá nhân

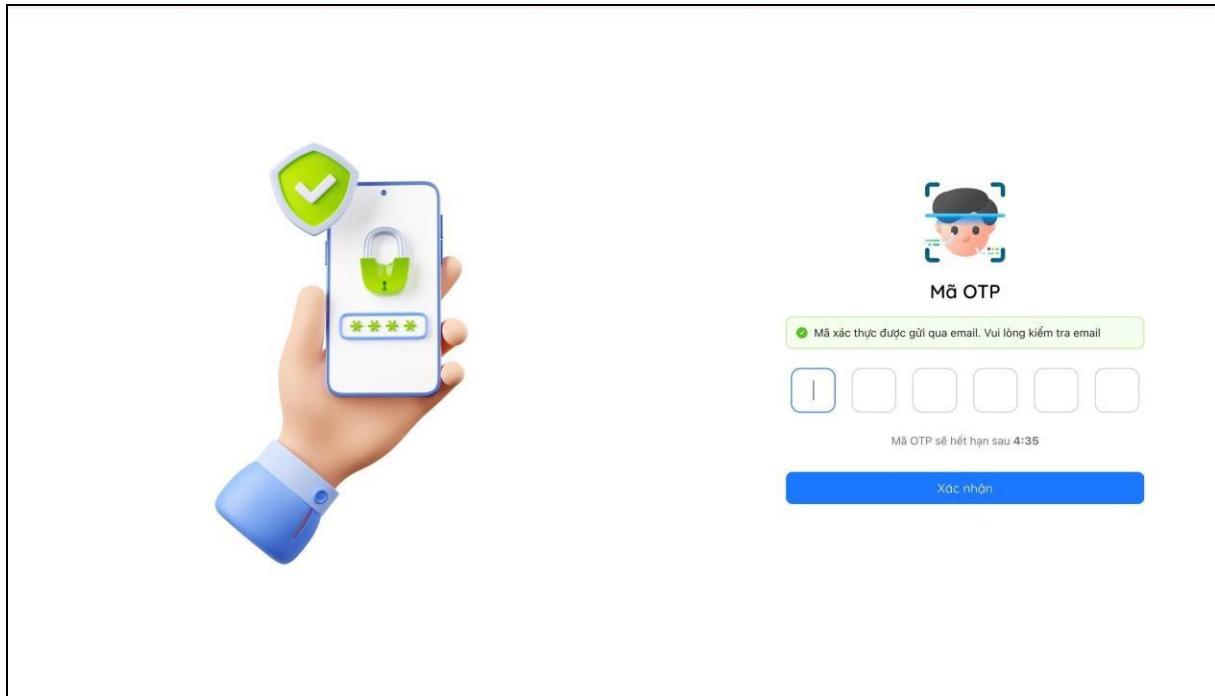


Hình 4.9.2.5 Giao diện web đổi mật khẩu



Hình 4.9.2.6 Giao diện web reset mật khẩu

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR



Hình 4.9.2.7 Giao diện web mã OTP

Hình 4.9.2.8 Giao diện web lịch học của sinh viên

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR

The screenshot shows the 'FACE CLASS' website interface. At the top, there are navigation links: Trang chủ, Lịch học, Cài đặt (highlighted), and Ngôn ngữ. Below the header, a breadcrumb trail indicates the current page: Trang chủ / Danh sách nghỉ phép của bạn. A main title 'Tạo đơn sinh nghỉ phép' is displayed, followed by a large blue button labeled 'Tạo đơn xin nghỉ phép'. A note below the button says 'Vui lòng click vào nút bên trên để tạo đơn xin nghỉ phép'. Below this section, there is a table titled 'Danh sách môn học bạn nghỉ phép' with various filters like Mã nghỉ phép, Lý do, Môn học, Từ ngày, Đến ngày, Số ngày nghỉ phép còn lại, Trạng thái, and Tệp đính kèm. The table body shows a single row with a trash icon and the text 'No data'.

Hình 4.9.2.9 Giao diện web danh sách đơn nghỉ phép sinh viên gửi

The screenshot shows the 'FACE CLASS' website interface. At the top, there are navigation links: Trang chủ, Lịch học, Cài đặt (highlighted), and Ngôn ngữ. Below the header, a title 'Tạo đơn xin nghỉ phép' is displayed. The form fields include: 'Tên môn học' (Biên dịch pháp lý), 'Tên giảng viên' (Connie Smith), 'Lý do' (Em bị bệnh), 'Thời gian nghỉ phép' (00:00 10/12/2025 - 00:00 10/12/2025), and 'Ảnh minh chứng' (Upload button). To the right, a summary box displays: CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM, Độc lập - Tự do - Hạnh phúc. It also shows the student's information: Kính gửi: Giảng viên Connie Smith, Mã số sinh viên: 2661127229, Khoa: Khoa Cơ khí, Năm học - Học kỳ: 2025-2026 - Học kỳ 2 2025-2026, Môn học: Biên dịch pháp lý, Thời gian nghỉ phép: 00:00 10/12/2025 - 00:00 10/12/2025, Lý do: Em bị bệnh, and a note: Em xin cam kết việc nghỉ học trên là có lý do chính đáng và sẽ ôn tập, bổ sung kiến thức bị thiếu trong thời gian nghỉ. The bottom right corner shows the signature: Tp.HCM, ngày 7 tháng 12 năm 2025, Người làm đơn (Ký và ghi rõ họ tên), and the name 2003 Nhatcuong.

Hình 4.9.2.10 Giao diện web xin nghỉ phép

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR

The screenshot shows the 'Attendance Statistics' section with four categories: 'Present' (0 sessions), 'Absent' (0 sessions), 'Late' (0 sessions), and 'Total sessions' (0 sessions). Below this is a pie chart titled 'Tỷ lệ có mặt' (Attendance rate) which shows 0%.

Below the chart is a section titled 'Attendance by subject' with a grid showing session counts for various subjects. A QR code icon is visible in the bottom right corner of this section.

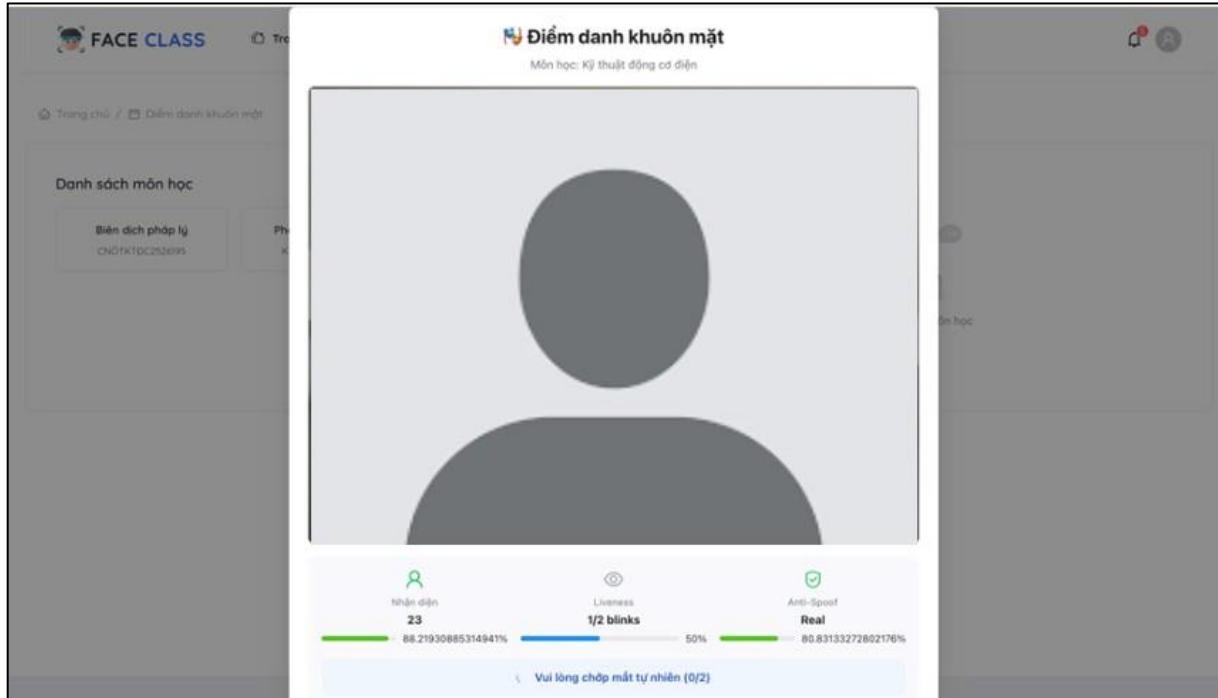
Hình 4.9.2.11 Giao diện web báo cáo dành cho sinh viên

The screenshot shows the 'QR Code Attendance' section. On the left, there is a list of subjects with 'Biên dịch pháp lý' highlighted. On the right, there is a QR code labeled 'Biên dịch pháp lý' with the identifier 'CN07KTDC2526195'. To the right of the QR code is a table with attendance details:

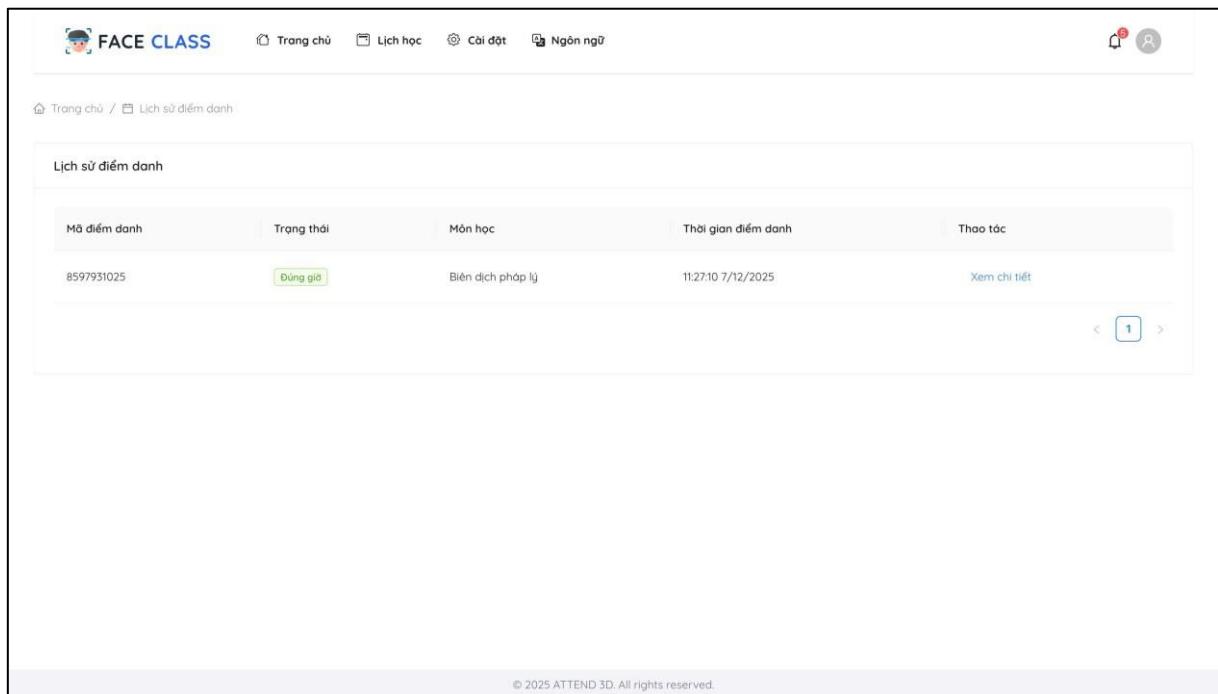
Lớp	CN07KTDC2526195
Giảng viên	Lydia Murray
Hết hạn	14:43:52
Bán kính	10 m
Phòng	A1.06

Hình 4.9.2.12 Giao diện web điểm danh bằng QR code

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR



Hình 4.9.2.13 Giao diện web điểm danh bằng khuôn mặt



Hình 4.9.2.14 Giao diện web xem lịch sử điểm danh

- Giảng viên

The screenshot shows the Teacher Dashboard interface. On the left sidebar, there are several menu items: Dashboard, Thông báo (Notifications), Lịch dạy (Schedules), Điểm danh sinh viên (Student Attendance), Duyệt đơn nghỉ phép (Approve Leave Requests), and Đăng xuất (Logout). The main area is titled "Dashboard Giảng viên". It features a section titled "Tổng quan Chung" (General Overview) with three cards: "Tổng số lớp đang dạy" (5), "Tổng số môn đang dạy" (4), and "Tổng số sinh viên" (0). Below this is a section titled "Thống kê Chi tiết (Theo Lớp/Môn)" (Detailed Statistics by Class/Subject) with a search bar for class and subject selection, and six sub-statistics: "Tổng số buổi DD" (0), "Có mặt" (0), "Vắng mặt" (0), "Đơn nghỉ (Chưa duyệt)" (0), "Đơn nghỉ (Đã duyệt)" (0), and "Đơn nghỉ (Từ chối)" (0). At the bottom, there are links for "Tỷ lệ Điểm danh" and "Tình trạng Đơn xin nghỉ phép".

Hình 4.9.2.15 Giao diện web báo cáo của giảng viên

The screenshot shows the "Quản lý thông báo" (Notification Management) page. The left sidebar has the same menu as the previous dashboard. The main area is titled "Quản lý thông báo" and displays a table of notifications. The columns are: checkbox, Tiêu đề (Title), Nội dung (Content), Trạng thái (Status), and Ngày tạo (Created Date). One notification is listed: "Đăng nhập thành công" (Successful login) with the content "Tài khoản của bạn đã đăng nhập lúc 04:19:09 07-12-2025", status "Chưa đọc" (Not read), and created date "07/12/2025 11:19". Navigation buttons <, 1, and > are at the bottom right.

Hình 4.9.2.16 Giao diện web thông báo của giảng viên

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR

Quản lý lớp học

Chọn lớp học: CNTTHTTT2526613 | Chọn môn học: Phát triển game | Thời gian: 07/12/2025 | Sử dụng bộ lọc | Xuất Excel

Mã sinh viên	Họ tên	Môn học	Lớp	Hình thức điểm danh	Giờ điểm danh	Trạng thái
No data						

Hình 4.9.2.17 Giao diện web quản lý lớp học

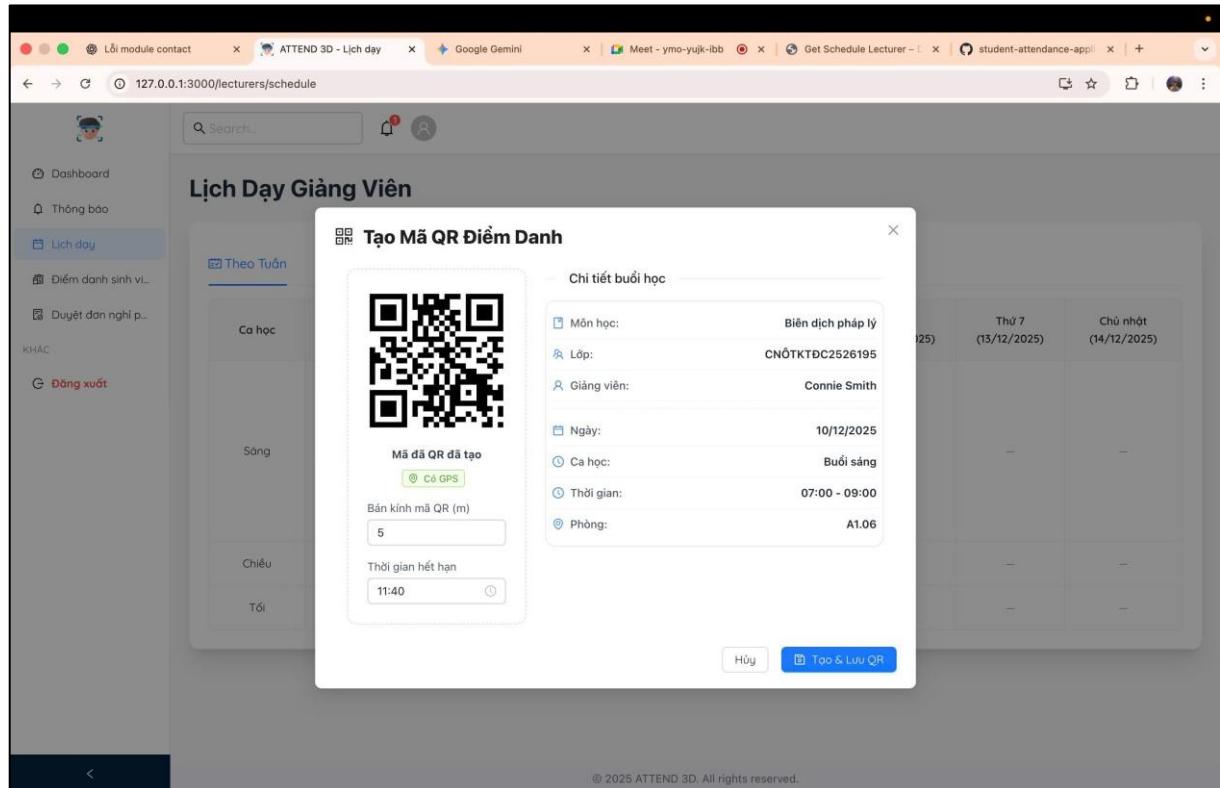
Lịch Dạy Giảng Viên

Theo Tuần

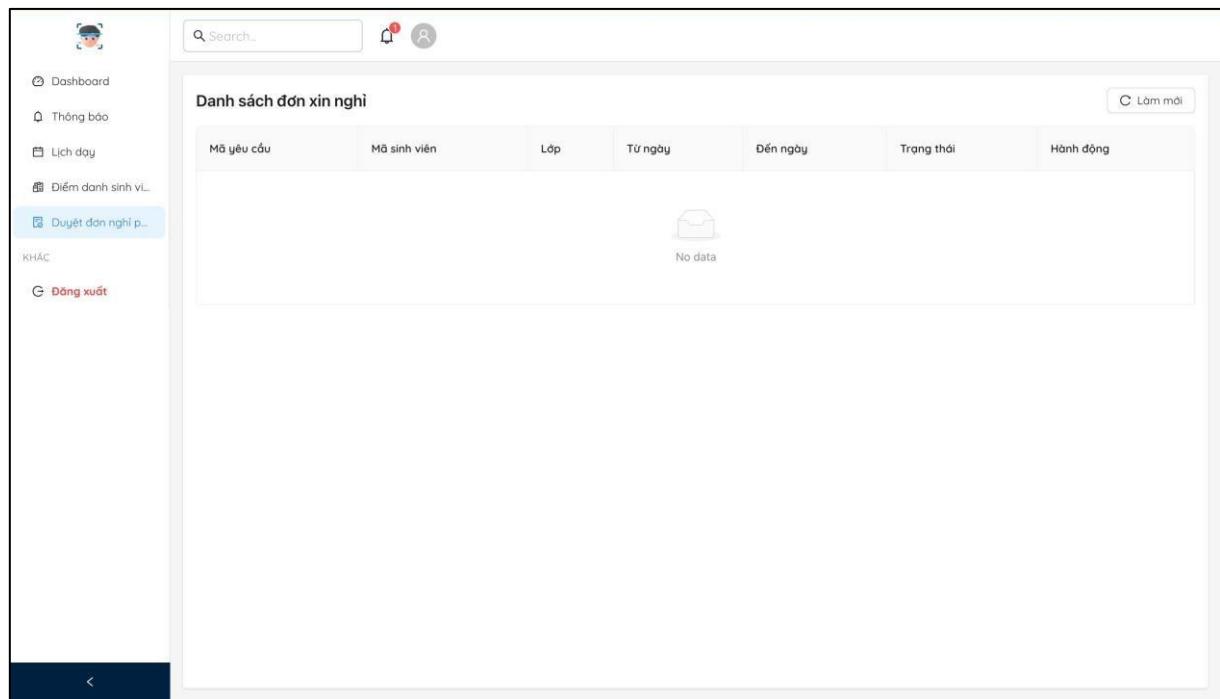
Cô hoc	Thứ 2 (08/12/2025)	Thứ 3 (09/12/2025)	Thứ 4 (10/12/2025)	Thứ 5 (11/12/2025)	Thứ 6 (12/12/2025)	Thứ 7 (13/12/2025)	Chủ nhật (14/12/2025)
Sóng	-	-	Biên dịch pháp lý (Lý thuyết) Tiết: Tiết 1 Lớp: CNTTHTTT2526613 Thời gian: 07:00 - 09:00 Giảng viên: Connie Smith Phòng: A106 Thời gian điểm danh: Hết giờ điểm danh	-	-	-	-
Chiều	-	-	-	-	-	-	-
Tối	-	-	-	-	-	-	-

Hình 4.9.2.18 Giao diện web lịch dạy giảng viên

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR



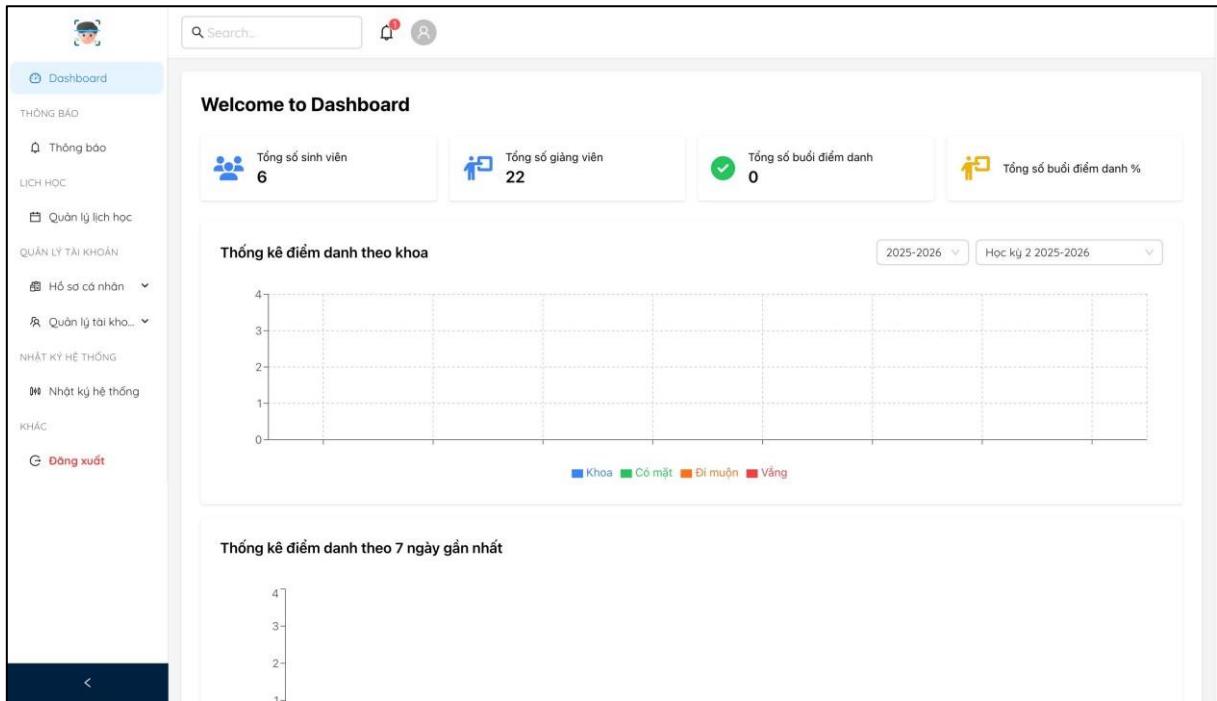
Hình 4.9.2.19 Giao diện web tạo QR code để điểm danh



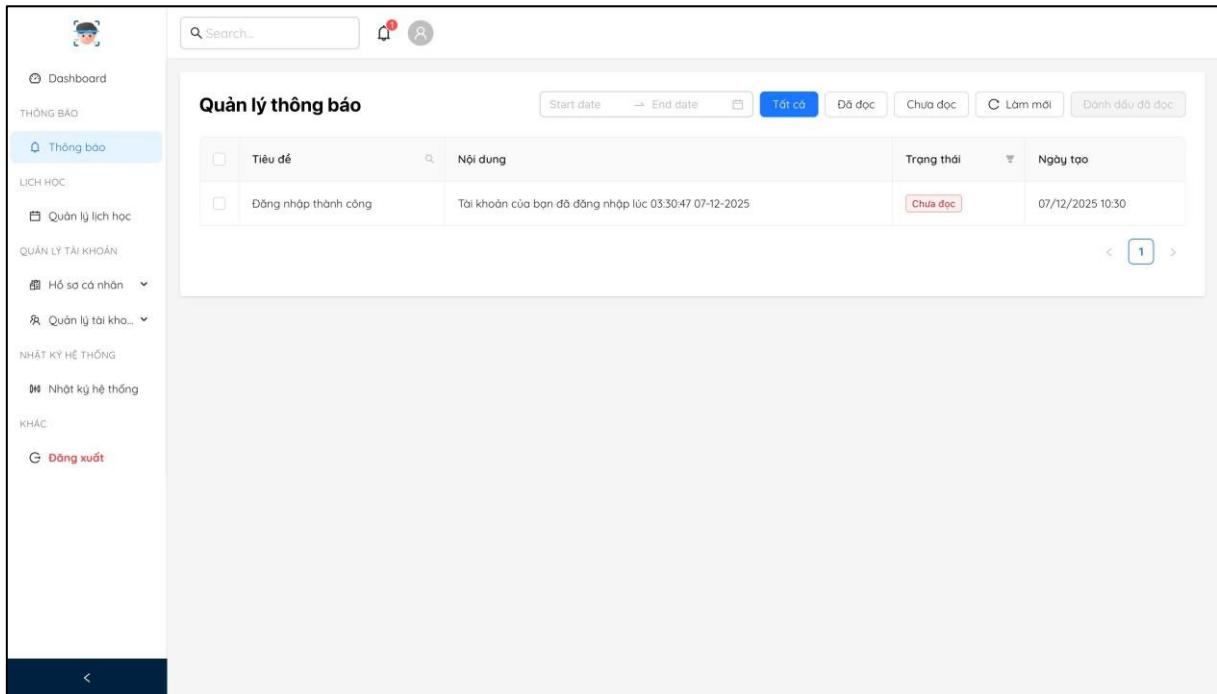
Hình 4.9.2.20 Giao diện web danh sách đơn xin nghỉ phép

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR

- Admin



Hình 4.9.2.21 Giao diện web xem báo cáo của admin



Hình 4.9.2.22 Giao diện web xem thông báo dành cho admin

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR

	Trạng thái duyệt	Mã sinh viên	Tên sinh viên	Ngày đăng ký	Môn học	Giảng viên	Phòng học	Cá học	Tiết
<input type="checkbox"/>	Chưa duyệt	2661127229	2003 Nhatcuong	10:28:25 07/12/2025	Biên dịch pháp lý	Connie Smith	A1.06	Buổi sáng	Tiết 1
<input type="checkbox"/>	Chưa duyệt	2661127229	2003 Nhatcuong	10:28:25 07/12/2025	Dịch phim và truyền hình	Amanda Anderson MD	B8.09	Buổi sáng	Tiết 1
<input type="checkbox"/>	Chưa duyệt	2661127229	2003 Nhatcuong	10:28:25 07/12/2025	Phân tích địa chấn	Kelly Carr	A5.02	Buổi sáng	Tiết 1
<input type="checkbox"/>	Chưa duyệt	2661127229	2003 Nhatcuong	10:28:25 07/12/2025	Phân tích dao động	Christopher Zamora	B8.10	Buổi chiều	Tiết 1

Hình 4.9.2.23 Giao diện web quản lý lịch học

Code	Họ tên	Email	Số điện thoại	Trạng thái tài khoản	Trạng thái khóa	Hành động
2661127229	2003 Nhatcuong	2003.nhatcuong@gmail.com	0343917230	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm d.
3727575633	Thanhduocok25122003	thanhduocok25122003@gmail.com	0942472762	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm d.
9505067533	Levietduc16	levietduc16@gmail.com	0823449485	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm d.
2804177961	Doanmailinh03	doanmailinh03@gmail.com	0906942828	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm d.
1716549780	Halengoc27	halengoc27@gmail.com	0391328019	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm d.
9849535257	1Tuananhtran1	1tuananhtran1@gmail.com	0389933311	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm d.

Hình 4.9.2.24 Giao diện web quản lý tài khoản sinh viên

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR

Quản lý tài khoản giảng viên

Code	Họ và tên	Email	Số điện thoại	Trạng thái tài khoản	Trạng thái khóa	Hành động
8405758422	Adam Morgan	lananh621@gmail.com	0997495760	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
5485913965	Connie Smith	nguyễnhoaiphat1122@gmail.com	0366830523	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
2031439815	Maurice Sharp	nguyễnhuaphuocptap@gmail.com	0372134021	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
6814980032	James Roberts	lengocthuy2020tg@gmail.com	0836277746	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
6712510805	Brandy Lewis	21124451quynh@gmail.com	0796635259	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
3966371219	Melissa Aguilar	huynhhieuthao2521@gmail.com	0836974228	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
7985875457	Stacy Grant	toan52605@gmail.com	0923968165	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
6067040034	Adrian Brown	Tranvanquang12022003@gmail.com	0335798838	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
2242856035	Andrew Tanner	trantuankhang9685@gmail.com	0920220167	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c
0693612212	Christopher Zamora	datpika98@gmail.com	0560897042	Hoạt động	Không khóa	Cấp lại mật khẩu Tạm c

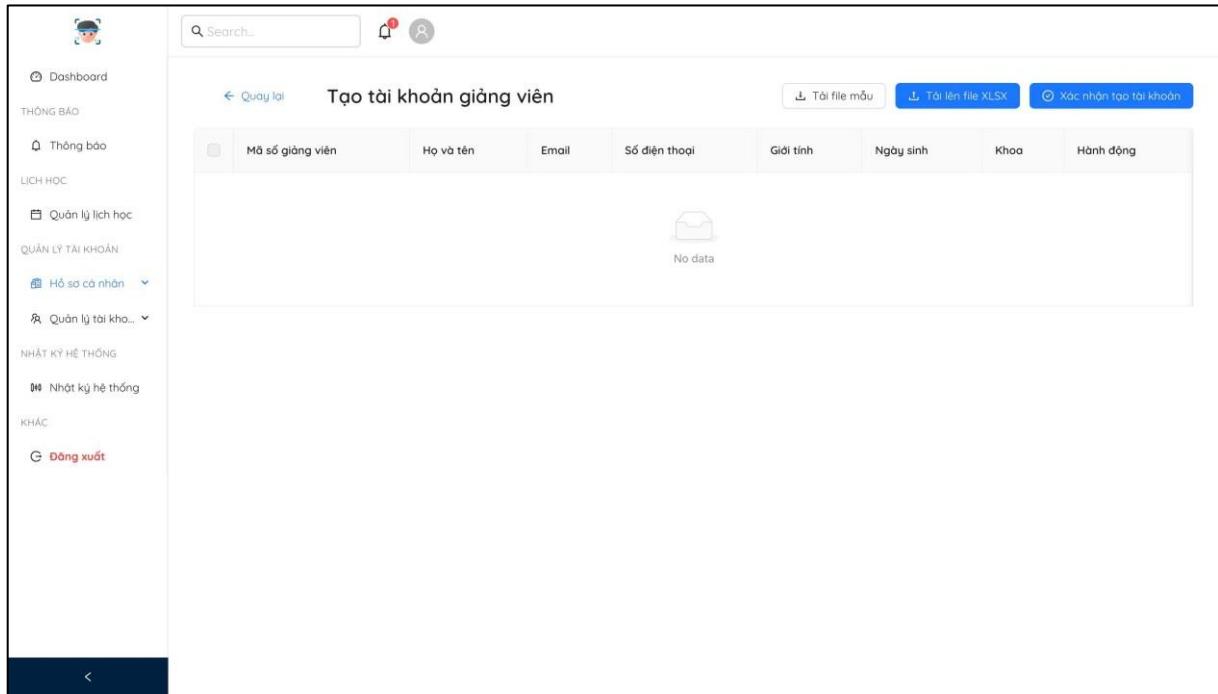
Hình 4.9.2.25 Giao diện web quản lý tài khoản giảng viên

Tạo tài khoản sinh viên

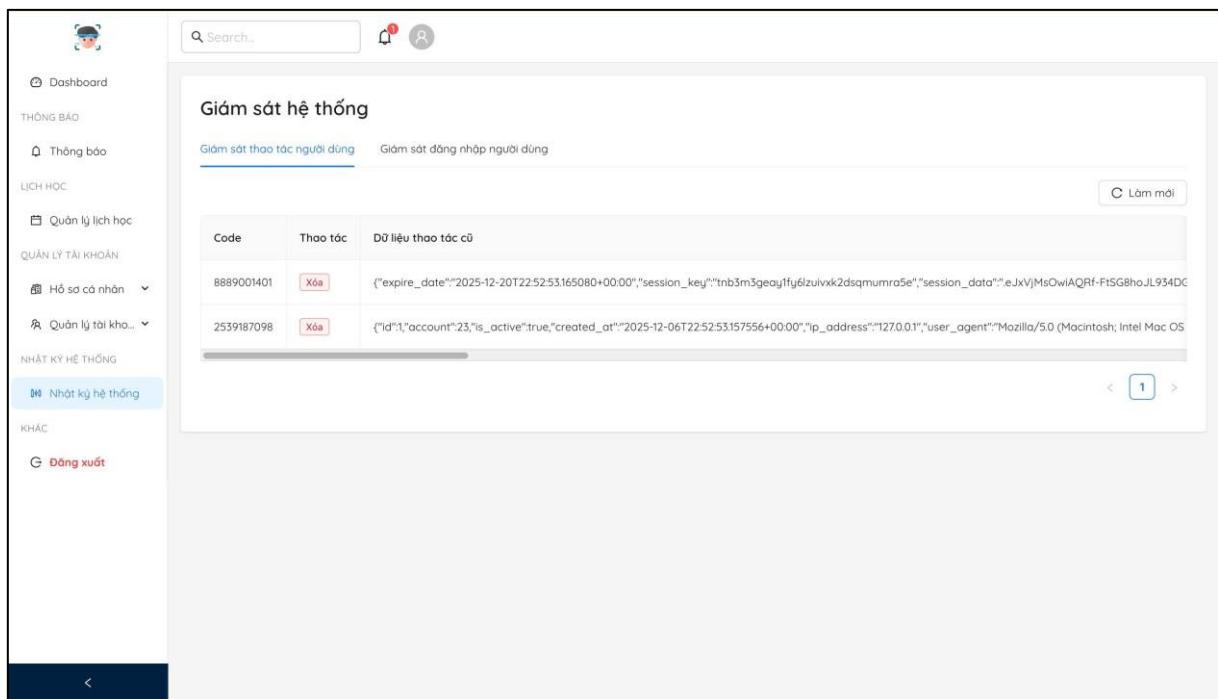
Mã sinh viên	Họ và tên	Email	Số điện thoại	Giới tính	Ngày sinh	Khoa	Chuyên ngành	Hành động
No data								

Hình 4.9.2.26 Giao diện web tạo tài khoản sinh viên

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR



Hình 4.9.2.27 Giao diện web tạo tài khoản giảng viên



Hình 4.9.2.28 Giao diện web giám sát thao tác người dùng

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR

The screenshot shows a web application interface. On the left is a sidebar with icons and labels: Dashboard, THÔNG BÁO (Notifications), Thông báo (Notification), LỊCH HỌC (Schedule), Quản lý lịch học (Manage schedule), QUẢN LÝ TÀI KHOẢN (Account Management), Hồ sơ cá nhân (Personal profile), Quản lý tài khoản (Manage account), NHẬT KÝ HỆ THỐNG (System Log), Nhật ký hệ thống (System log), and KHÁC (Others). The 'Nhật ký hệ thống' option is highlighted with a blue background. The main content area has a header 'Giám sát hệ thống' with tabs: 'Giám sát thao tác người dùng' and 'Giám sát đăng nhập người dùng'. The second tab is selected, showing a table with two rows of data. The table columns are: Code, Tên người dùng (User name), Địa chỉ IP (IP address), Tên hệ điều hành (Operating system), Tên thiết bị (Device name), and Thiết bị / User Agent (Device/User Agent). The data is as follows:

Code	Tên người dùng	Địa chỉ IP	Tên hệ điều hành	Tên thiết bị	Thiết bị / User Agent
1284322284	zephyrnguyen.vn@gmail.com	127.0.0.1	Mac OS X	Máy tính	Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like G
8088567537	2003.nhatcuong@gmail.com	127.0.0.1	Mac OS X	Máy tính	Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like G

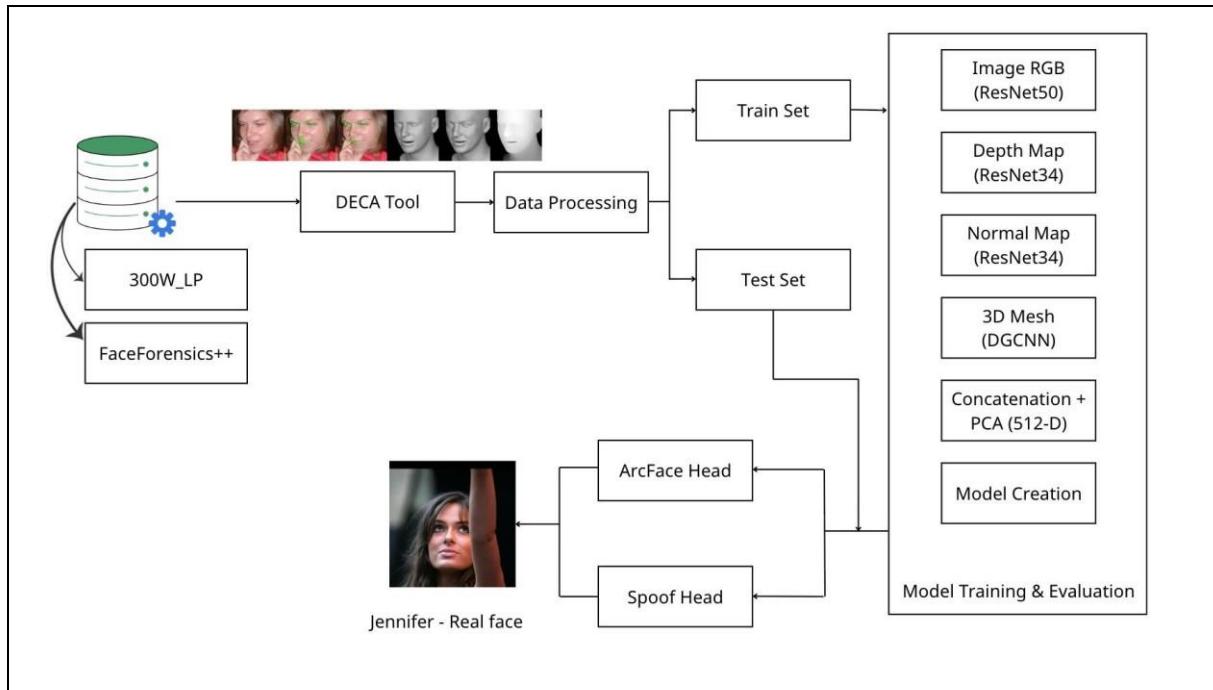
At the bottom right of the table, there is a page number '1' inside a small box.

Hình 4.9.2.29 Giao diện web giám sát hệ thống

CHƯƠNG 5. THỰC HIỆN VÀ ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG

5.1. Xây dựng mô hình nhận diện khuôn mặt 3D

Phương pháp phát triển có nhiều mô-đun được kết nối với nhau như thể hiện trong Hình 5.1.1.



Hình 5.1.1 Phương pháp xây dựng mô hình nhận diện khuôn mặt 3D

Quy trình gồm năm giai đoạn chính: 1 - Thu thập dữ liệu, 2 - Chuyển đổi và xử lý 3D, 3 - Chuẩn bị tập dữ liệu, 4 - Huấn luyện mô hình đa nhánh, và 5 - Đánh giá và nhận diện.

Một là: Thu thập dữ liệu (*Data Acquisition*): Dữ liệu được lấy từ hai nguồn chính là *300W_LP* (dữ liệu khuôn mặt 2D với đa dạng góc chụp) và *FaceForensics++* (dữ liệu video thật – giả mạo, phục vụ huấn luyện nhánh phát hiện giả mạo). Hai nguồn này được kết hợp nhằm đảm bảo mô hình vừa học được đặc trưng hình học thật, vừa nhận biết được hành vi tấn công giả mạo.

Hai là: Chuyển đổi sang dạng 3D (3D Reconstruction): Tất cả ảnh đầu vào được xử lý thông qua *DECA Tool (Detailed Expression Capture and Analysis)* để tái tạo các dạng đặc trưng ba chiều của khuôn mặt, bao gồm:

- ### - Ảnh RGB

- Bản đồ chiều sâu (*Depth Map*)
- Bản đồ pháp tuyến (*Normal Map*)
- Lưới 3D (*3D Mesh*)

Công cụ *DECA* cho phép trích xuất các đặc trưng hình học chi tiết từ ảnh 2D, giúp mô hình học sâu tận dụng được cả thông tin cấu trúc không gian của khuôn mặt.

Ba là: Xử lý và phân chia dữ liệu (*Data Processing and Splitting*): Sau khi được chuyển đổi, dữ liệu trải qua các bước tiền xử lý (điền lỗ trống, khử nhiễu, loại bỏ điểm nhọn) để đảm bảo độ chính xác hình học. Dữ liệu sau đó được chia thành tập huấn luyện (*Train Set*) và tập kiểm thử (*Test Set*) nhằm phục vụ quá trình đánh giá mô hình.

Bốn là: Huấn luyện mô hình nhận diện đa nhánh (*Multi-Branch 3D Face Recognition Model*): Mỗi loại dữ liệu đầu vào được xử lý bằng một nhánh mạng chuyên biệt:

- *ResNet50* cho ảnh RGB
- *ResNet18* cho ảnh Depth Map
- *ResNet18* cho ảnh Normal Map
- *DGCNN* cho dữ liệu 3D Mesh

Các đặc trưng đầu ra được ghép nối (concatenate) và giảm chiều bằng *PCA* để tạo ra vector embedding cuối cùng có kích thước 512-D.

Từ vector này, hai nhánh đầu ra được triển khai:

- *ArcFace Head:* huấn luyện với hàm mất mát *ArcFace Loss* nhằm tăng khả năng phân biệt giữa các khuôn mặt thật.
- *Spoof Head:* nhánh phân loại nhị phân giúp phát hiện ảnh hoặc video giả mạo (spoof detection).

Năm là: Huấn luyện và đánh giá mô hình (*Model Training and Evaluation*): Toàn bộ mô hình được huấn luyện bằng *PyTorch*, với dữ liệu từ *300W_LP* và *FaceForensics++* đã được chuẩn hóa.

Kết quả embedding được sử dụng để nhận diện khuôn mặt thật (ví dụ: *Jennifer – Real Face*) và phân biệt với khuôn mặt giả. Quá trình đánh giá tập trung vào hai tiêu chí chính:

- Độ chính xác nhận diện (*Recognition Accuracy*)

- Hiệu quả phát hiện giả mạo (*Spoof Detection Rate*)

5.2. Kết quả đạt được khi chạy mô hình

5.2.1. Các chỉ số hiệu suất định lượng

Bảng 5.1. Chỉ số hiệu suất định lượng

Chỉ số	Nhánh nhận diện <i>(Identification)</i>	Nhánh chống giả mạo (<i>Anti-Spoofing</i>)
Accuracy	Tỉ lệ nhận diện đúng danh tính.	Tỷ lệ phân loại đúng (<i>Real/Fake</i>).
FAR (<i>False Acceptance Rate</i>)	Tỷ lệ chấp nhận sai danh tính.	Tỷ lệ chấp nhận sai mẫu giả mạo.
FRR (<i>False Rejection Rate</i>)	Tỷ lệ từ chối sai danh tính.	Tỷ lệ từ chối sai mẫu thật.
EER (<i>Equal Error Rate</i>)	Điểm mà $FAR = FRR$.	Điểm mà $FAR = FRR$ (đánh giá spoof).
F1 Score	Không áp dụng trực tiếp.	Đo lường độ chính xác và độ thu hồi của lớp giả mạo.
AUC-ROC (<i>Area Under ROC Curve</i>)	Không áp dụng trực tiếp.	Khả năng phân biệt tổng thể giữa mẫu thật và mẫu giả mạo.

5.2.2. Ablation Study – phân tích mức đóng góp của từng nhánh

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng loại dữ liệu đầu vào (*RGB, Depth, Normal, Mesh*), nghiên cứu tiến hành *Ablation Study* bằng cách loại bỏ từng nhánh và đo lại hiệu suất mô hình.

Kết quả thu được như sau:

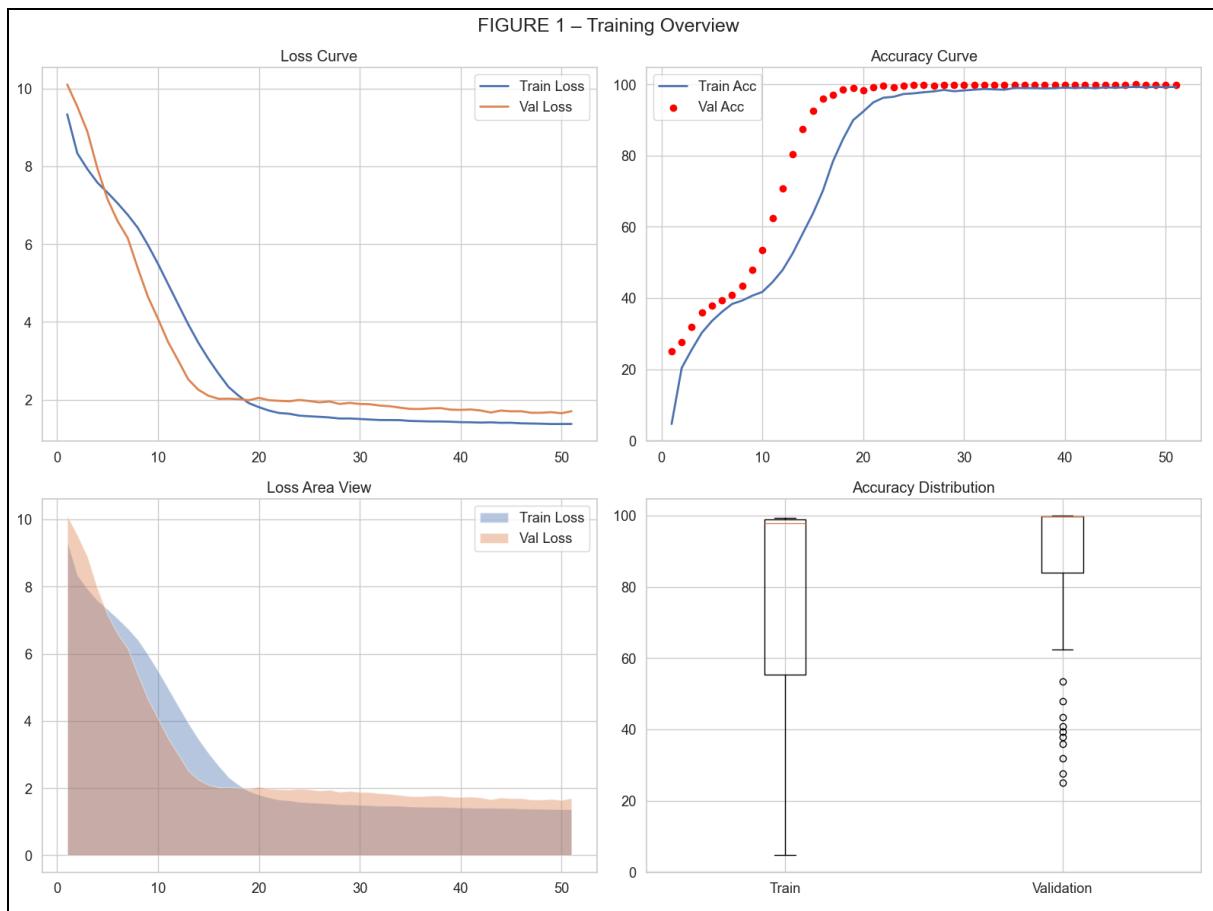
Cấu hình mô hình	Accuracy (%)
Chỉ RGB	93.2%
RGB + Depth	95.8%
RGB + Depth + Normal	97.4%
Đầy đủ 4 nhánh (RGB + Depth + Normal + Mesh)	99.86%

Nhận xét:

- RGB mang thông tin màu sắc và cấu trúc tổng thể nhưng dễ bị nhiễu ánh sáng. Depth cải thiện đáng kể ở góc nhìn nghiêng và điều kiện ánh sáng.
- *Normal* giúp mô hình hiểu rõ hơn về độ cong bề mặt và chi tiết hình học.
- *Mesh (DGCNN)* mang thông tin hình học 3D mạnh nhất, đặc biệt hữu ích trong chống giả mạo.

Ablation Study cho thấy việc kết hợp đầy đủ 4 nhánh giúp mô hình đạt hiệu suất cao nhất và tăng độ ổn định trong điều kiện thực tế.

5.2.3. Kết quả mô hình

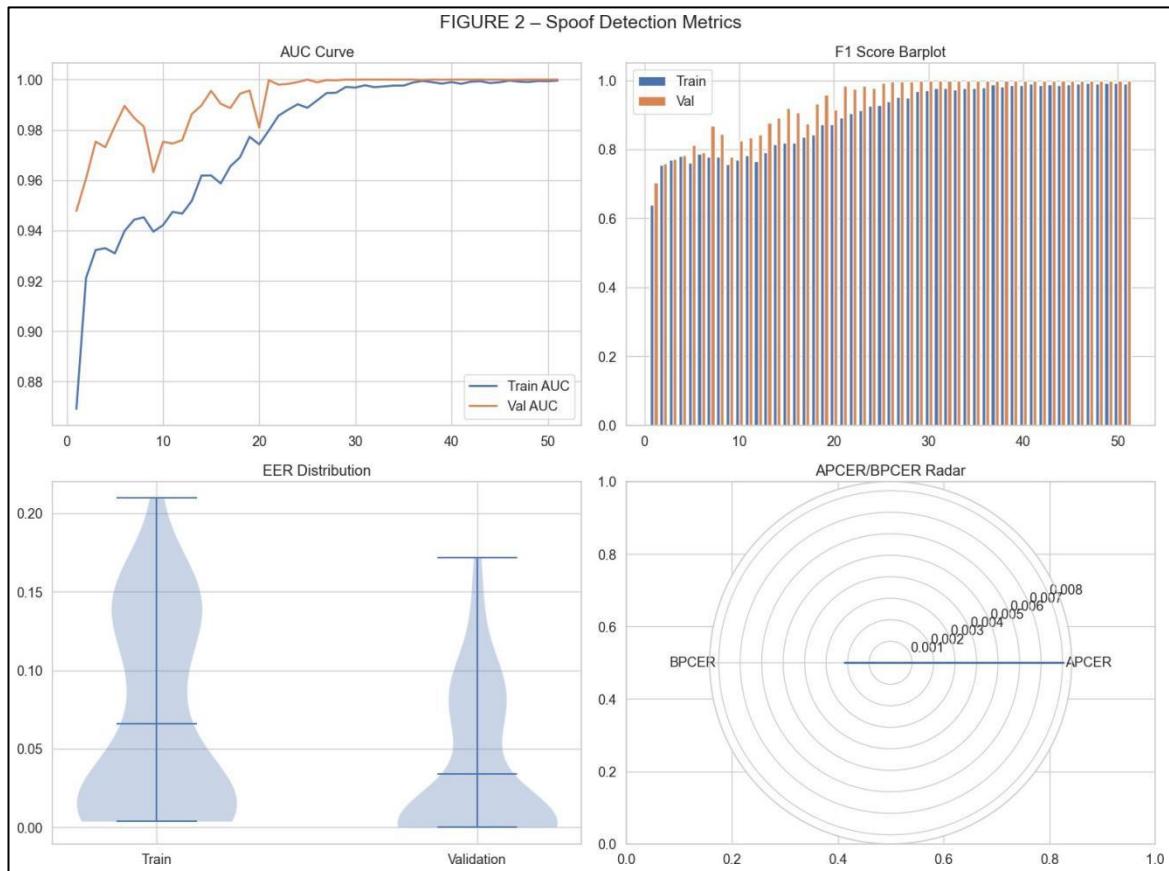


Hình 5.2.3.1 Kết quả mô hình sau 50 epoch

Hình 5.2.3.1 - Kết quả huấn luyện mô hình. Được đánh giá thông qua sự biến thiên của hàm mất mát (*Loss*) và độ chính xác (*Accuracy*) trên cả tập huấn luyện (*Training Set*) và tập kiểm tra (*Validation Set*) trong suốt 50 epochs. Biểu đồ cho thấy mô hình thể hiện quá trình hội tụ tối ưu và ổn định cao:

- **Hội tụ hàm mất mát (*Loss Convergence*):** Cả *Training Loss* và *Validation Loss* đều cho thấy sự suy giảm mạnh mẽ và nhất quán, đặc biệt là trong 15 epochs đầu tiên, từ đó chứng minh khả năng tiếp thu các đặc trưng cơ bản của dữ liệu một cách nhanh chóng. Sau epoch 15, tốc độ giảm chậm lại và hàm mất mát duy trì ở mức thấp và ổn định cho đến cuối quá trình huấn luyện.
- **Hiệu suất và sự ổn định của độ chính xác (*Accuracy Performance*):** Độ chính xác trên cả hai tập dữ liệu đều tăng trưởng mạnh mẽ và đạt ngưỡng tối ưu (gần 100%) sau khoảng 20 epochs. Sự ổn định ở mức cao này kéo dài đến epoch 50, chứng tỏ mô hình đã hoàn thành việc học và đạt đến hiệu suất phân loại tối đa.

- Khả năng tổng quát hóa (*Generalization*): Điểm quan trọng nhất là sự trùng khớp chặt chẽ và song song giữa các đường cong *Training Loss/Accuracy* và *Validation Loss/Accuracy*. Khoảng cách giữa các cặp đường cong này là tối thiểu, cho thấy mô hình có khả năng tổng quát hóa xuất sắc, không bị quá khớp (overfitting) đáng kể đối với tập huấn luyện và duy trì hiệu suất mạnh mẽ khi áp dụng cho dữ liệu chưa từng thấy.

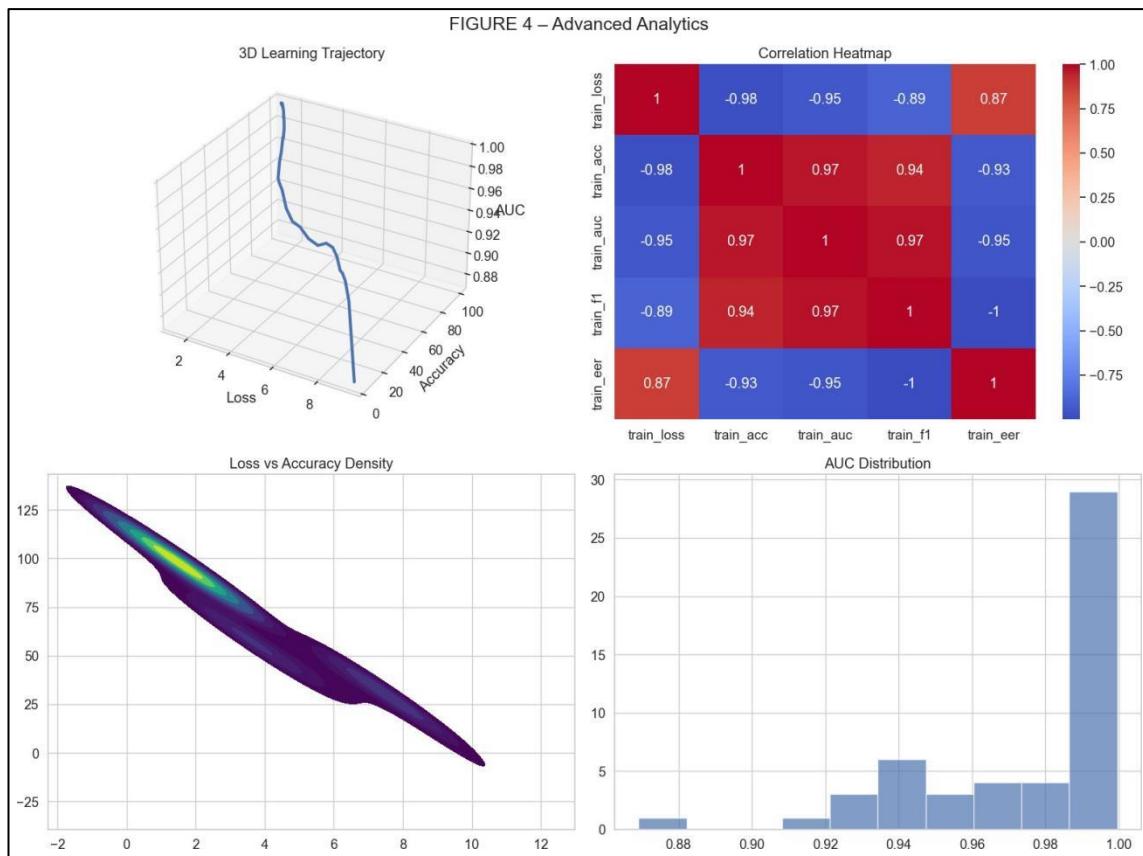


Hình 5.2.3.2 Số liệu phát hiện giả mạo

Kết quả đánh giá trên tập kiểm thử *FaceForensics++* (xem Hình 5.2.3.2) cho thấy hiệu quả vượt trội của nhánh chống giả mạo:

- AUC (Area Under Curve):** Đạt tiệm cận 1.0, chứng tỏ khả năng phân biệt hoàn hảo giữa mẫu thật và giả.
- EER (Equal Error Rate):** Phân bố EER thấp và tập trung, khẳng định độ tin cậy của hệ thống trong bảo mật.
- Chỉ số APCER/BPCER:** Cả hai chỉ số sai số tấn công (*Attack Presentation Classification Error Rate*) và sai số bona fide (*Bona Fide Presentation Classification Error Rate*) đều rất thấp, gần 0.001.

Classification Error Rate) đều ở mức rất thấp (<0.5%), đáp ứng tiêu chuẩn bảo mật sinh trắc học.



Hình 5.2.3.3 Kết quả phân tích nâng cao của mô hình

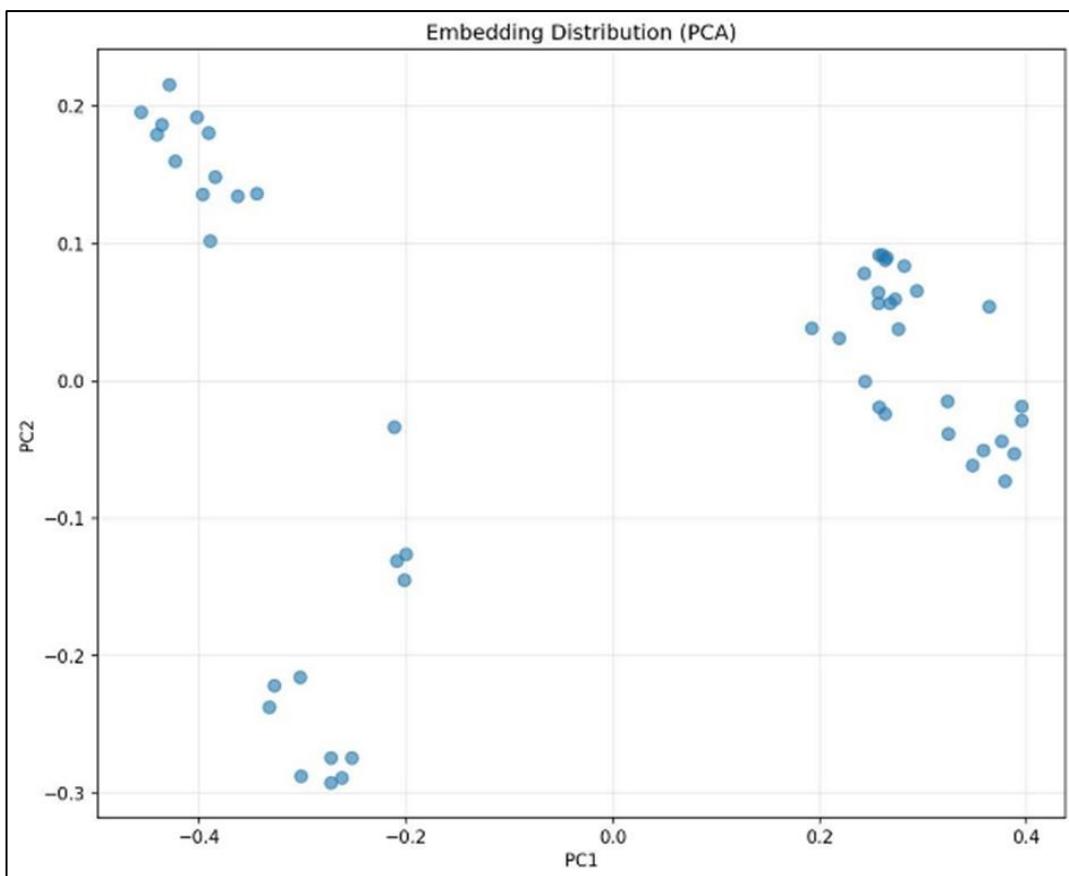
Hình 5.2.3.3 trình bày bộ kết quả trực quan hóa nâng cao nhằm phân tích sâu hiệu quả học của mô hình thông qua nhiều khía cạnh khác nhau, bao gồm quỹ đạo học tập 3 chiều, ma trận tương quan giữa các chỉ số, phân bố mật độ *Loss – Accuracy* và phân bố *AUC*.

3D Learning Trajectory: Biểu đồ 3D mô tả quỹ đạo huấn luyện theo ba đại lượng: *Loss*, *Accuracy* và *AUC*. Đường cong thể hiện rõ khuynh hướng giảm *loss* liên tục qua các epoch. Khi *loss* giảm, cả *accuracy* và *AUC* đều tăng một cách nhất quán, không xuất hiện các điểm gãy hay dao động bất thường. Điều này cho thấy quá trình tối ưu hóa của mô hình diễn ra ổn định và hướng hội tụ đúng kỳ vọng. Sự đồng bộ giữa độ giảm của *loss* và độ tăng của *accuracy/AUC* phản ánh chất lượng học tốt và khả năng mô hình dần phân biệt rõ hơn giữa các lớp dữ liệu.

Ma trận tương quan (Correlation Heatmap): *Heatmap* tương quan cho thấy mối liên hệ giữa năm chỉ số đánh giá chính: *Loss*, *Accuracy*, *AUC*, *F1-score* và *EER*. *Accuracy*,

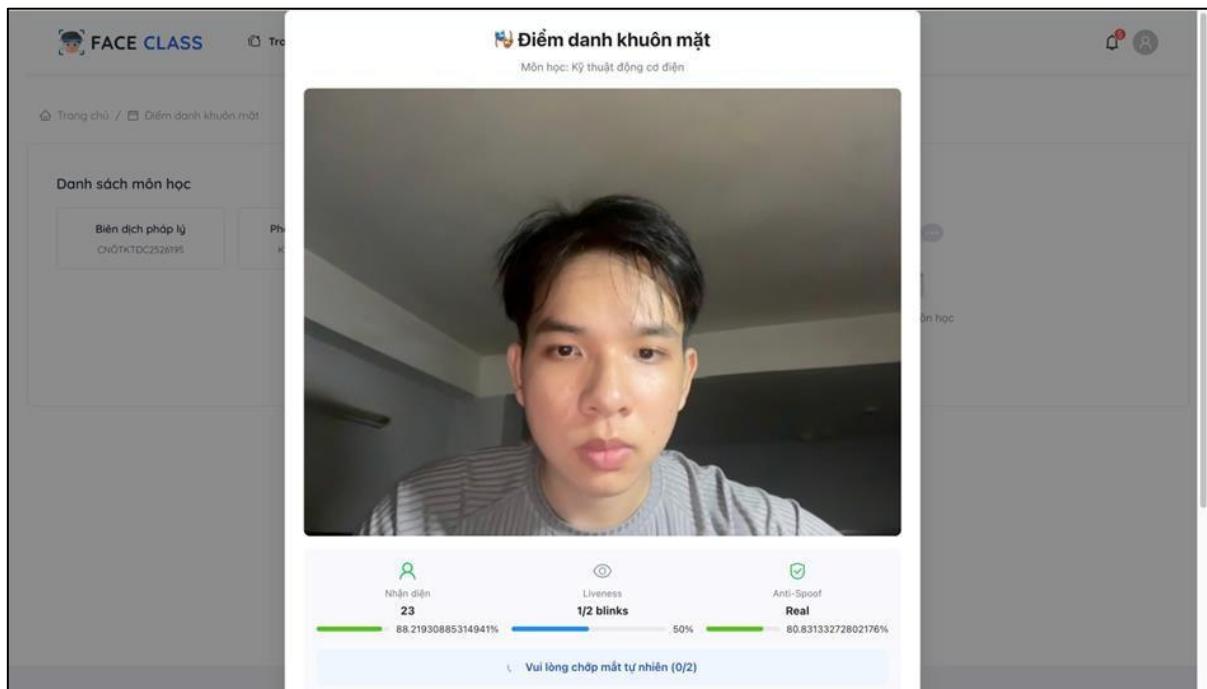
AUC và *F1-score* có mức tương quan dương rất cao (xấp xỉ 0.97–0.99), chứng tỏ khi mô hình phân loại đúng nhiều hơn thì các chỉ số này cũng cải thiện. Ngược lại, *Loss* và *EER* thể hiện tương quan âm mạnh với *Accuracy*, *AUC* và *F1-score*, đồng nghĩa rằng khi mô hình trở nên chính xác hơn, cả loss và tỷ lệ lỗi cân bằng (*EER*) đều giảm. Mỗi quan hệ này hoàn toàn phù hợp với hành vi kỳ vọng của một mô hình phân loại tốt, đồng thời khẳng định tính nhất quán giữa các metric trong quá trình đánh giá.

Loss vs Accuracy Density: Biểu đồ mật độ *Loss – Accuracy* mô tả phân bố dữ liệu theo không gian hai chiều. Các điểm phân bố tạo thành một dải kéo dài và nghiêng rõ ràng: vùng có loss nhỏ tập trung với mật độ cao tương ứng với vùng có accuracy lớn. Cấu trúc phân bố này chứng minh rằng mô hình không gặp hiện tượng nhiễu lớn hay biến động bất thường giữa các lần huấn luyện. Đồng thời, điều này xác nhận hiệu năng ổn định của mô hình trong suốt quá trình Ablation Study, ngay cả khi quan sát trên toàn bộ tập dữ liệu và nhiều cấu hình huấn luyện.



Hình 5.2.3.4 Biểu đồ phân bố đặc trưng (Embedding) khuôn mặt 3D trên không gian PCA

Biểu đồ Hình 5.2.3.4 - *PAC* cho thấy sự phân bố của các vector embedding gương mặt 3D sau khi giảm chiều xuống hai thành phần chính. Các điểm dữ liệu hình thành nhiều cụm tách biệt, chứng tỏ mô hình đã trích xuất đặc trưng một cách ổn định và phân biệt tốt giữa các đối tượng. Việc các cụm hầu như không chồng lấp cho thấy khoảng cách đặc trưng giữa các cá nhân đủ lớn, giúp hạn chế nhầm lẫn trong nhận diện. Bên trong từng cụm, các điểm dữ liệu tập trung gần nhau, thể hiện sự ổn định của embedding đối với cùng một đối tượng, ngay cả khi điều kiện đầu vào thay đổi. Điều này cho thấy mô hình và các bước tiền xử lý 3D hoạt động hiệu quả, tạo ra không gian đặc trưng nhất quán. Nhờ đó, hệ thống nhận diện gương mặt 3D đạt độ tin cậy cao và đáp ứng tốt yêu cầu phân biệt danh tính.



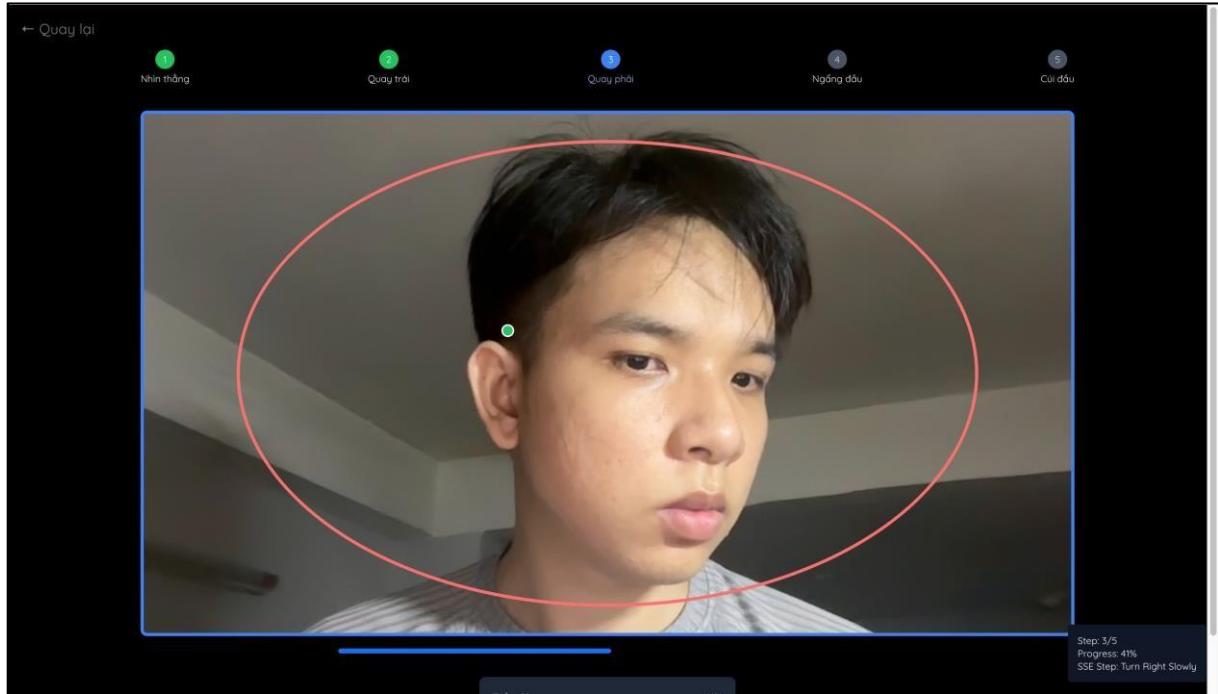
Hình 5.2.3.5 Kiểm thử độ chính xác của nhận diện khuôn mặt 3D trong môi trường thực tế

Hình 5.2.3.5 cho thấy kết quả thực tế của mô hình: Quá trình điểm danh khuôn mặt cho môn Kỹ thuật động cơ điện đã được hoàn tất thành công. Hệ thống đã xác nhận bạn là sinh viên hợp lệ với tỷ lệ nhận diện (*Recognition*) vượt trội, đạt 88.22%. Quan trọng nhất, bài kiểm tra độ sống (*Liveness*) và chống giả mạo (*Anti-Spoof*) đã được hoàn thành đầy đủ (2/2 blinks được ghi nhận) với kết quả là real (Thật), loại trừ mọi nguy cơ gian lận. Sinh viên có ID nhận dạng là 23 đã được ghi nhận điểm danh chính xác và an toàn.

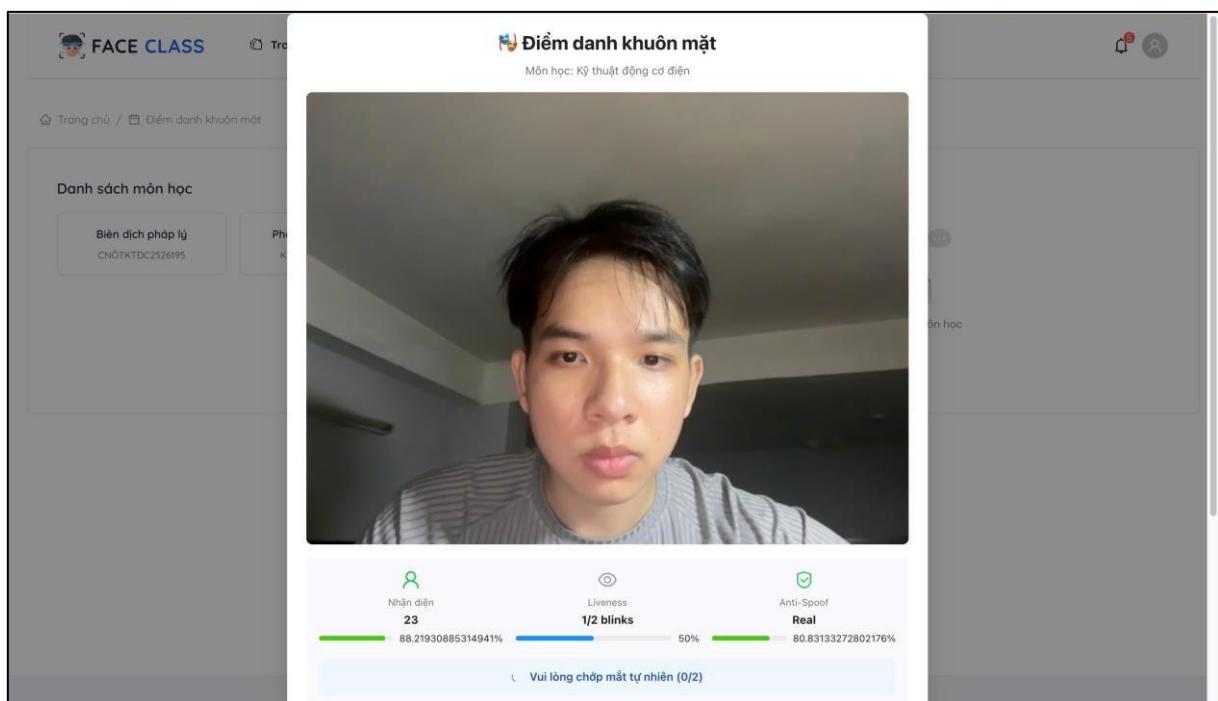
5.3. Hiện thực hệ thống

Hình 5.3.1 Hiện thực hệ thống lịch học/ dạy

Hình 5.3.2 Hiện thực hệ thống điểm danh bằng mã QR

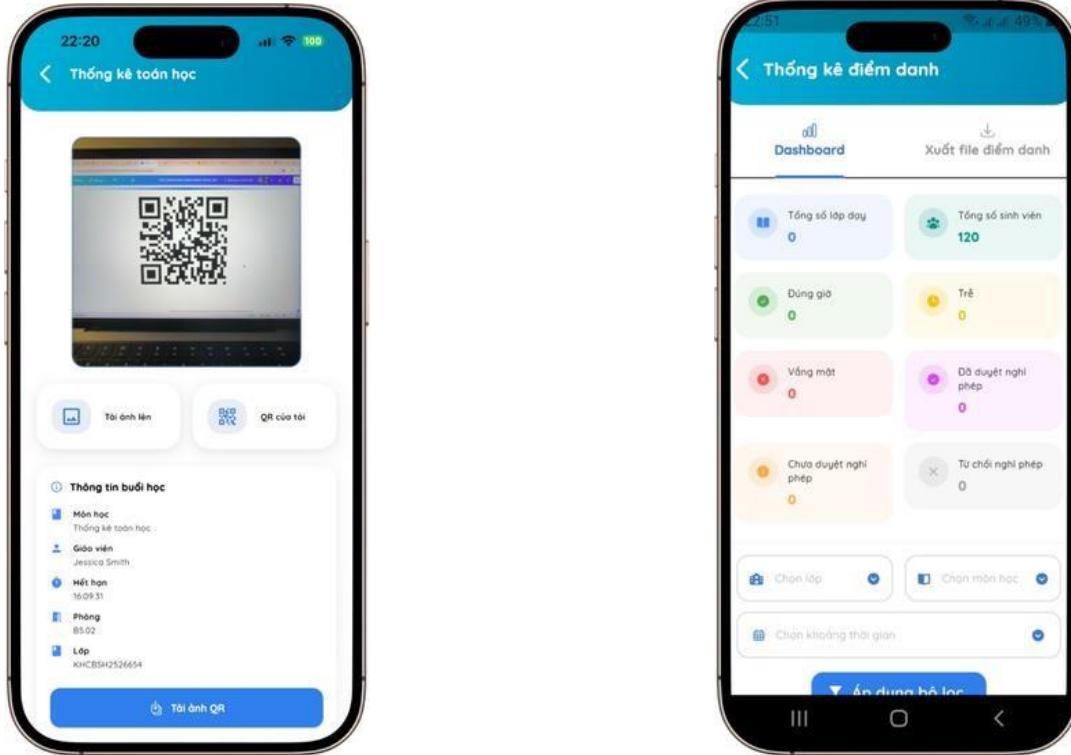


Hình 5.3.3 Hiện thực hệ thống thiết lập khuôn mặt



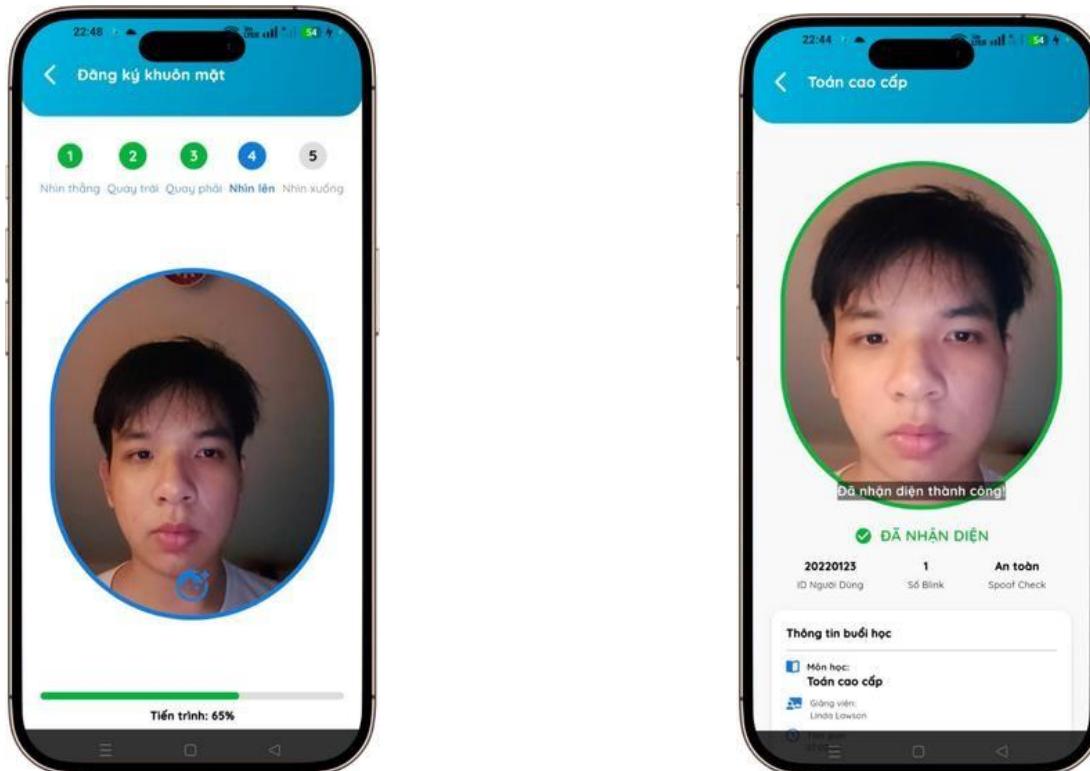
Hình 5.3.4 Hiện thực hệ thống điểm danh bằng khuôn mặt

Ứng dụng điểm danh sinh viên bằng nhận diện khuôn mặt 3D và mã QR



Hình 5.3.5. App điểm danh bằng mã QR

Hình 5.3.6. App xem báo cáo



Hình 5.3.7. App thiết lập khuôn mặt

Hình 5.3.8. App điểm danh bằng khuôn mặt

5.4. Đánh giá và kiểm thử hệ thống

5.4.1. Kiểm thử Use Case đăng nhập

- Test case ID: TC-DNTK
- Người thiết kế test case: Trần Thị Huyền Trang
- Ngày thiết kế test case: 03/11/2025
- Người thực hiện test: Nguyễn Nguyễn Phong
- Ngày thực hiện test: 13/11/2025
- Tên test case: Đăng nhập tài khoản
- Mô tả: Chức năng đăng nhập giúp người dùng truy cập vào hệ thống với vai trò phù hợp (Sinh viên, Giảng viên, Admin).
- Tiền điều kiện: Người dùng đã có tài khoản trong hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Mở chức năng “Đăng nhập”.

Bước 2: Nhập số điện thoại và mật khẩu.

Bước 3: Nhấn nút “Đăng nhập”

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Nhập đúng số điện thoại và mật khẩu.	+SDT: 0912345678 +MK: Abc12345	Hệ thống đăng nhập thành công và chuyển đến giao diện đúng vai trò.	Hệ thống đăng nhập thành công và chuyển đến giao diện đúng vai trò.	Pass
2	Không nhập số điện thoại.	+SDT: "" +MK: Abc12345	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập số điện thoại”.	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập số điện thoại”.	Pass

3	Nhập số điện thoại sai định dạng.	+SDT: 12345sd +MK: Abc12345	Hệ thống thông báo “Số điện thoại không hợp lệ”.	Hệ thống thông báo “Số điện thoại không hợp lệ”.	Pass
4	Không nhập mật khẩu.	+SDT: 12345 +MK: “ ”	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập mật khẩu”.	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập mật khẩu”.	Pass
5	Nhập mật khẩu không hợp lệ.	+SDT: 12345 +MK: “acd”	Hệ thống thông báo “Mật khẩu không hợp lệ”.	Hệ thống thông báo “Mật khẩu không hợp lệ”.	Pass
6	Nhập số điện thoại không tồn tại.	+SDT: 000000000 +MK: Abc12345	Hệ thống thông báo “Tài khoản không tồn tại”.	Hệ thống thông báo “Tài khoản không tồn tại”.	Pass
7	Nhập sai mật khẩu.	+SDT: 09876543 21 +MK: “saimatkhanh”	Hệ thống thông báo “Mật khẩu không đúng”.	Hệ thống thông báo “Mật khẩu không đúng”.	Pass
8	Bỏ trống cả hai trường.	+SDT: “ ” +MK: “ ”	Hệ thống thông báo yêu cầu nhập đầy đủ thông tin.	Hệ thống thông báo yêu cầu nhập đầy đủ thông tin.	Pass

9	Lỗi kết nối CSDL khi đăng nhập.	Mất kết nối hệ thống	Hệ thống thông báo “Không thể kết nối hệ thống, vui lòng thử lại sau”.	Hệ thống thông báo “Không thể kết nối hệ thống, vui lòng thử lại sau”.	Pass
10	Người dùng nhấn “Hủy” khi đang đăng nhập.	Nhấn nút Hủy.	Hệ thống hủy tiến trình đăng nhập và quay về giao diện trước.	Hệ thống hủy tiến trình đăng nhập và quay về giao diện trước.	Pass
Hậu điều kiện:		Nếu đăng nhập thành công: Người dùng được chuyển đến giao diện phù hợp với vai trò (Sinh viên / Giảng viên / Admin).			

5.4.2. Kiểm thử Use Case đăng xuất

- **Test case ID:** TC-DXTK
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Đăng xuất tài khoản
- **Mô tả:** Chức năng đăng xuất cho phép người dùng thoát khỏi hệ thống sau khi sử dụng xong.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Đăng xuất”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị thông báo xác nhận đăng xuất.

Bước 3: Người dùng xác nhận đăng xuất.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Người dùng đăng xuất thành công.	Nhấn “Đăng xuất” và xác nhận.	Hệ thống xóa cookies và chuyển về giao diện đăng nhập.	Hệ thống xóa cookies và chuyển về giao diện đăng nhập.	Pass
2	Người dùng nhấn “Hủy” khi xác nhận đăng xuất.	Nhấn “Hủy”.	Hệ thống hủy tiến trình đăng xuất và quay về giao diện trước đó.	Hệ thống hủy tiến trình đăng xuất và quay về giao diện trước đó.	Pass
3	Mất kết nối mạng khi đang đăng xuất.	Mất kết nối Internet.	Hệ thống thông báo “Mất kết nối, không thể đăng xuất”, người dùng vẫn ở trạng thái đăng nhập.	Hệ thống thông báo “Mất kết nối, không thể đăng xuất”, người dùng vẫn ở trạng thái đăng nhập.	Pass
Hậu điều kiện:		Phiên làm việc của người dùng kết thúc. Hệ thống quay về màn hình đăng nhập.			

5.4.3. Kiểm thử Use Case khôi phục mật khẩu

- | |
|--|
| - Test case ID: TC-DMK |
| - Người thiết kế test case: Trần Thị Huyền Trang |
| - Ngày thiết kế test case: 03/11/2025 |
| - Người thực hiện test: Nguyễn Nguyễn Phong |
| - Ngày thực hiện test: 13/11/2025 |
| - Tên test case: Khôi phục mật khẩu |
| - Mô tả: Chức năng khôi phục mật khẩu cho phép người dùng (Giảng viên, Sinh viên) đổi lại mật khẩu thông qua Email. |
| - Tiền đề kiện: Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống. |

Các bước kiểm tra

Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Đổi mật khẩu”.

Bước 2: Người dùng nhập Email.

Bước 3: Người dùng nhấn nút “Xác nhận”.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Nhập email hợp lệ, tồn tại trong hệ thống.	Email: user@gmail.com. .	Hệ thống gửi mật khẩu mới qua email.	Hệ thống gửi mật khẩu mới qua email.	Pass
2	Không nhập Email.	Email: “ ”.	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập Email”.	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập Email”.	Pass
3	Nhập số email sai định dạng.	Email: 12345.	Hệ thống thông báo “Email không hợp lệ”.	Hệ thống thông báo “Email không hợp lệ”.	Pass

4	Email không tồn tại trong hệ thống.	Email: khongtontai@gm ail.com	Hệ thống thông báo “Email không tồn tại trong hệ thống”.	Hệ thống thông báo “Email không tồn tại trong hệ thống”.	Pass
Hậu điều kiện:		Nếu thành công: Hệ thống gửi mật khẩu mới qua Email cho người dùng.			

5.4.4. Kiểm thử Use Case quản lý tài khoản

Xem hồ sơ cá nhân

- **Test case ID:** TC-XTTK
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xem thông tin tài khoản
- **Mô tả:** Chức năng cho phép người dùng xem các thông tin tài khoản của mình trong hệ thống.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Xem tài khoản” trên giao diện chính.

Bước 2: Hệ thống hiển thị thông tin tài khoản.

Bước 3: Người dùng xem thông tin.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Người dùng xem thông tin tài khoản thành công.	Click chức năng “Xem tài khoản”.	Hệ thống hiển thị đầy đủ thông tin: Họ tên, Mã, Email, SĐT, Giới tính, Ngày sinh.	Hệ thống hiển thị đầy đủ thông tin: Họ tên, Mã, Email,	Pass

				SĐT, Giới tính, Ngày sinh.	
2	Hệ thống hiển thị sai hoặc thiếu dữ liệu (trường hợp bất thường).	Dữ liệu người dùng có đủ trong CSDL.	Hệ thống hiển thị đúng và đầy đủ dữ liệu.	Hệ thống hiển thị đúng và đầy đủ dữ liệu.	Pass
Hậu điều kiện:		Người dùng xem được đầy đủ thông tin tài khoản cá nhân.			

Cập nhật thông tin tài khoản

- **Test case ID:** TC-CNTT
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Cập nhật thông tin
- **Mô tả:** Chức năng cho phép người dùng (Sinh viên, Giảng viên, Admin) chỉnh sửa và cập nhật các thông tin cá nhân trong hệ thống.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Cập nhật thông tin”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị form thông tin cá nhân.

Bước 3: Người dùng chỉnh sửa thông tin.

Bước 4: Người dùng nhấn nút “Cập nhật”.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail

1	Cập nhật đầy đủ thông tin hợp lệ.	Họ tên: Nguyễn Văn A + Mã: SV001 + Email: <u>a@gmail.com</u> + SĐT: 0912345678 + Giới tính: Nam + Ngày sinh: 01/01/2003	Hệ thống thông báo “Cập nhật thành công” và lưu dữ liệu vào CSDL.	Hệ thống thông báo “Cập nhật thành công” và lưu dữ liệu vào CSDL.	Pass
2	Nhập Email sai định dạng.	Họ tên: Nguyễn Văn A + Mã: SV001 + Email: <u>agmail.com</u> + SĐT: 0912345678 + Giới tính: Nam + Ngày sinh: 01/01/2003	Hệ thống thông báo “Email không hợp lệ”, không lưu dữ liệu.	Hệ thống thông báo “Email không hợp lệ”, không lưu dữ liệu.	Pass
3	Nhập số điện thoại sai định dạng.	Họ tên: Nguyễn Văn A + Mã: SV001 + Email: <u>a@gmail.com</u> + SĐT: 09123ss + Giới tính: Nam + Ngày sinh: 01/01/2003	Hệ thống thông báo “Số điện thoại không hợp lệ”.	Hệ thống thông báo “Số điện thoại không hợp lệ”.	Pass
4	Người dùng nhấn “Hủy”	Nhấn nút “Hủy”.	Hệ thống không lưu dữ liệu mới,	Hệ thống không lưu	Pass

	khi đang cập nhật.		giữ nguyên thông tin cũ và quay về giao diện trước đó.	dữ liệu mới, giữ nguyên thông tin cũ và quay về giao diện trước đó.	
5	Bỏ trống Email.	Họ tên: Nguyễn Văn A + Mã: SV001 + Email: “ ” + SĐT: 0912345678 + Giới tính: Nam + Ngày sinh: 01/01/2003	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập Email”.	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập Email”.	Pass
6	Bỏ trống số điện thoại.	Họ tên: Nguyễn Văn A + Mã: SV001 + Email: <u>a@gmail.com</u> + SĐT: “ ” + Giới tính: Nam + Ngày sinh: 01/01/2003	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập số điện thoại”.	Hệ thống thông báo “Vui lòng nhập số điện thoại”.	
Hậu điều kiện:		Nếu thông tin hợp lệ: Hệ thống lưu lại thông tin mới vào cơ sở dữ liệu. Nếu thất bại: Hệ thống không lưu dữ liệu, giữ nguyên thông tin cũ.			

5.4.5. Kiểm thử Use Case xem lịch học/ Dạy

<ul style="list-style-type: none"> - Test case ID: TC-XLL - Người thiết kế test case: Trần Thị Huyền Trang - Ngày thiết kế test case: 03/11/2025 - Người thực hiện test: Nguyễn Nguyễn Phong - Ngày thực hiện test: 13/11/2025 - Tên test case: Xem lịch học / dạy - Mô tả: Chức năng cho phép Sinh viên, Giảng viên tra cứu thời khóa biểu theo tuần, tháng, học kỳ. - Tiền điều kiện: Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống. <p>Các bước kiểm tra</p> <p>Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Xem lịch học”.</p> <p>Bước 2: Hệ thống hiển thị giao diện lịch học theo tuần.</p> <p>Bước 3: Người dùng chọn điều kiện lọc (tháng/năm).</p> <p>Bước 4: Hệ thống hiển thị lịch học theo điều kiện lọc.</p>
--

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng Xem lịch học.	Tài khoản đã đăng nhập.	Hiển thị giao diện xem lịch học theo tuần.	Hiển thị đúng giao diện xem lịch học theo tuần.	Pass
2	Hiển thị đầy đủ thông tin lịch học.	Không.	Hiển thị: Tiết lớp, Thời gian, Giảng viên, Phòng, Trạng thái điểm danh.	Hiển thị đầy đủ các thông tin.	Pass
3	Lọc lịch học theo tháng/năm.	Chọn tháng 11/2024.	Hệ thống hiển thị lịch đúng theo điều kiện đã chọn.	Hệ thống hiển thị đúng theo	Pass

				tháng đã chọn.	
4	Sinh viên xem lịch học của mình.	Tài khoản sinh viên.	Hiển thị đúng lịch học của sinh viên.	Hiển thị đúng lịch học sinh viên.	Pass
5	Giảng viên xem lịch dạy của mình.	Tài khoản giảng viên.	Hiển thị đúng lịch giảng dạy của giảng viên.	Hiển thị đúng lịch giảng viên.	Pass
6	Không có dữ liệu lịch học trong khoảng thời gian chọn.	Chọn tháng không có lịch học.	Hiển thị thông báo “Không có lịch học trong thời gian này”	Hiển thị thông báo “Không có lịch học trong thời gian này”.	
Hậu điều kiện:		Người dùng xem được lịch học / giảng dạy đúng theo vai trò.			

5.4.6. Kiểm thử Use Case thiết lập khuôn mặt

<ul style="list-style-type: none"> - Test case ID: TC-LSDD - Người thiết kế test case: Trần Thị Huyền Trang - Ngày thiết kế test case: 03/11/2025 - Người thực hiện test: Nguyễn Nguyễn Phong - Ngày thực hiện test: 13/11/2025 - Tên test case: Thiết khuôn mặt - Mô tả: Chức năng này mô tả quá trình sinh viên quét và thiết lập dữ liệu khuôn mặt 3D lần đầu hoặc cập nhật lại mẫu khuôn mặt 3D của mình. Hệ thống sử dụng camera để thu thập dữ liệu, xử lý và lưu trữ mẫu 3D phục vụ cho việc điểm danh bằng nhận diện khuôn mặt. - Tiền điều kiện: <ul style="list-style-type: none"> + Sinh viên đã đăng nhập vào ứng dụng. + Thiết bị có camera hoạt động bình thường. + Môi trường có ánh sáng phù hợp.

+ Camera có độ phân giải 224 x 224.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Sinh viên chọn chức năng “Thiết lập khuôn mặt”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị giao diện camera sẵn sàng chụp ảnh.

Bước 3: Sinh viên đưa khuôn mặt trước camera theo hướng dẫn.

Bước 4: Hệ thống ghi nhận gương mặt (nhiều khung hình) và gửi đến mô-đun xử lý để kiểm tra và trích xuất đặc trưng.

Bước 5: Hệ thống hiển thị thông báo “Thiết lập khuôn mặt thành công”.

Bước 6: Sinh viên xác nhận → Kết thúc use case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng “Thiết lập khuôn mặt”.	Tài khoản sinh viên đã đăng nhập.	Hệ thống hiển thị giao diện camera và hướng dẫn đặt khuôn mặt.	Hiển thị đúng giao diện camera và hướng dẫn.	Pass
2	Hiển thị giao diện camera.	Không.	Hiển thị giao diện camera	Hiển thị giao diện camera	Pass
3	Thiết lập khuôn mặt thành công.	1 khuôn mặt rõ ràng, ánh sáng phù hợp.	Ghi file mp4 → Trích xuất đặc trưng → Lưu CSDL → Thông báo “Thiết lập khuôn mặt thành công”.	File mp4 được ghi, vector được trích xuất và lưu thành công.	Pass
4	Không phát hiện được khuôn mặt.	Sinh viên đứng lệch, khuôn mặt không xuất hiện.	Hệ thống thông báo “Không phát hiện khuôn mặt” và tắt camera..	Hệ thống báo không phát hiện khuôn mặt	Pass

				và tắt camera..	
5	Xuất hiện nhiều khuôn mặt trong khung hình.	Có 2 người cùng xuất hiện trước camera.	Thông báo “Phát hiện nhiều khuôn mặt trong một khung hình” và tắt camera.		Pass
6	Ánh sáng không phù hợp.	Ánh sáng quá tối hoặc quá sáng.	Hệ thống cảnh báo “Điều kiện ánh sáng không phù hợp”, không ghi file.	Hệ thống cảnh báo đúng, không ghi file mp4.	Pass
7	Phát hiện giả	Giữ yên khuôn mặt không cử động	Hệ thống không nhận diện được	Hệ thống không nhận diện được	Pass
Hậu điều kiện:		Mẫu khuôn mặt 3D của sinh viên được lưu thành công trong hệ thống. Sinh viên có thể sử dụng khuôn mặt 3D này để điểm danh.			

5.4.7. Kiểm thử Use Case điểm danh nhận diện khuôn mặt

- **Test case ID:** TC-LSDD
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Điểm danh bằng khuôn mặt
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Sinh viên thực hiện điểm danh thông qua nhận diện khuôn mặt bằng camera. Hệ thống sẽ xác thực danh tính và lưu bản ghi điểm danh vào cơ sở dữ liệu.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Sinh viên chọn chức năng “Điểm danh”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị giao diện camera sẵn sàng chụp ảnh.

Bước 3: Sinh viên đặt khuôn mặt trước camera.

Bước 4: Hệ thống so sánh khuôn mặt

Bước 5: Hệ thống hiển thị thông báo “Điểm danh thành công”.

Bước 6: Sinh viên xác nhận → Kết thúc use case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Mở chức năng “Điểm danh khuôn mặt”.	Sinh viên đã đăng nhập → Chọn chức năng điểm danh.	Camera mở, giao diện hiển thị.	Camera mở, giao diện hiển thị.	Pass
2	Điểm danh công.	Ảnh khuôn mặt thành công, 1 người, đủ ánh sáng.	Nhận diện đúng sinh viên → Thông báo “Điểm danh thành công” → Lưu DB.	Hệ thống nhận diện đúng và lưu thành công.	Pass
3	Không nhận diện được khuôn mặt	Che mặt, xoay mặt quá nhiều, hình mờ	Hệ thống báo “Không nhận diện được khuôn mặt” và tắt camera.	Hệ thống hiển thị đúng thông báo	Pass
4	Nhiều khuôn mặt trong 1 khung hình	2 sinh viên cùng đứng trước camera	Hệ thống báo “Phát hiện nhiều khuôn mặt”, Không điểm danh và tắt camera.	Hệ thống hiển thị cảnh báo	Pass

5	Chưa tới thời gian điểm danh	Thử điểm danh trước giờ học	Hệ thống báo “Chưa tới thời gian điểm danh” → Không lưu dữ liệu	Hệ thống hiển thị đúng thông báo	Pass
6	Sinh viên đã điểm danh rồi	Sinh viên điểm danh lần 2 trong cùng buổi	Hệ thống báo: “Bạn đã điểm danh trước đó. Không thể điểm danh lại.”	Hệ thống hiển thị đúng cảnh báo	Pass
7	Thiếu ánh sáng	Tắt đèn hoặc ánh sáng yếu	Hệ thống cảnh báo không thẻ nhận diện	Hệ thống báo không nhận diện được	Pass
8	Khuôn mặt không có trong hệ thống	Sinh viên chưa thiết lập khuôn mặt	Hệ thống báo không tìm thấy dữ liệu khuôn mặt.	Hệ thống hiển thị đúng thông báo	Pass
Hậu điều kiện:		Sinh viên được điểm danh thành công (nếu nhận diện hợp lệ). Dữ liệu điểm danh được ghi vào hệ thống. Không có thay đổi dữ liệu nếu nhận diện thất bại hoặc lỗi CSDL.			

5.4.8. Kiểm thử Use Case điểm danh bằng QR code

- **Test case ID:** TC-LSDD
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Điểm danh bằng QR
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Sinh viên thực hiện điểm danh thông qua quét mã QR. Đây là phương án dự phòng khi không thẻ điểm danh bằng khuôn mặt.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Sinh viên chọn chức năng “Điểm danh bằng QR”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị mã QR.

Bước 3: Sinh viên dùng camera quét mã QR.

Bước 4: Hệ thống ghi nhận điểm danh bằng QR.

Bước 5: Hệ thống hiển thị thông báo “Điểm danh thành công”.

Bước 6: Sinh viên xác nhận → Kết thúc use case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Sinh viên truy cập chức năng điểm danh bằng QR.	Tài khoản sinh viên đã đăng nhập.	Hệ thống hiển thị QR.	Hệ thống hiển thị QR.	Pass
2	Hệ thống ghi nhận QR hợp lệ.	QR đúng, camera quét rõ.	Hiển thị thông báo “Điểm danh thành công” và lưu dữ liệu vào DB.	Đúng như mong đợi.	Pass
3	Không nhận diện được QR.	QR mờ, camera rung, điều kiện ánh sáng kém.	Hệ thống quay lại bước hiển thị QR để sinh viên thực hiện lại.	Đúng như mong đợi.	Pass
4	QR code hết hạn	QR quá thời gian xét QR code	Sinh viên quét QR code đã hết hạn.	Hệ thống thông báo: “Mã QR đã hết hạn. Vui lòng	Pass

				yêu cầu giảng viên cấp mã mới.”	
Hậu điều kiện:	Sinh viên được điểm danh thành công nếu quét mã QR hợp lệ. Dữ liệu điểm danh được ghi vào cơ sở dữ liệu. Không có thay đổi dữ liệu trong trường hợp QR không hợp lệ hoặc lỗi CSDL.				

5.4.9. Kiểm thử Use Case đăng ký lịch học

- **Test case ID:** TC-DKLH
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Đăng ký lịch học
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Sinh viên đăng ký môn học trong học kỳ. Sinh viên nhập thông tin cá nhân, chọn năm học – học kỳ – khoa – chuyên ngành và đăng ký các môn học phù hợp.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Sinh viên chọn chức năng “Đăng ký lịch học”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị form thông tin cá nhân (Họ tên, Giới tính, Ngày sinh).

Bước 3: Sinh viên nhập thông tin cá nhân.

Bước 4: Hệ thống kiểm tra ngày sinh và dữ liệu bắt buộc.

Bước 5: Hệ thống hiển thị form thông tin học vụ (Năm học, Học kỳ, Khoa, Chuyên ngành).

Bước 6: Sinh viên chọn thông tin học vụ.

Bước 7: Hệ thống hiển thị danh sách môn học mở.

Bước 8: Sinh viên chọn môn học và nhấn “Đăng ký”.

Bước 9: Hệ thống kiểm tra tín chỉ, lưu dữ liệu và hiển thị thông báo “Đăng ký lịch học thành công”.

Bước 10: Sinh viên xác nhận → Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Sinh viên mở chức năng đăng ký lịch học.	Tài khoản sinh viên đã đăng nhập.	Hệ thống hiển thị form nhập thông tin cá nhân.	Hiển thị đúng như mong đợi.	Pass
2	Nhập thông tin cá nhân hợp lệ	Họ tên đầy đủ, giới tính hợp lệ, ngày sinh > 18 tuổi.	Chuyển sang form thông tin học vụ.	Đúng như mong đợi.	Pass
3	Ngày sinh < 18 tuổi	Ngày sinh 05/05/2012	Hệ thống báo lỗi và quay lại form nhập thông tin cá nhân	Đúng như mong đợi	Pass
4	Thiếu trường bắt buộc	Bỏ trống họ tên hoặc ngày sinh	Hệ thống báo lỗi và yêu cầu nhập lại	Đúng như mong đợi	Pass

5	Chọn đầy đủ thông tin học vụ	Chọn Năm học, Học kỳ, Khoa, Chuyên ngành	Hiển thị danh sách môn học mở	Đúng như mong đợi	Pass
7	Đăng ký vượt tín chỉ.	Tổng số tín chỉ > giới hạn	Hệ thống thông báo “Chưa đủ tín chỉ” và quay lại danh sách	Đúng như mong đợi	Pass
Hậu điều kiện:		<ul style="list-style-type: none"> + Sinh viên đăng ký môn học thành công nếu đáp ứng đầy đủ điều kiện. + Dữ liệu được lưu vào cơ sở dữ liệu và cập nhật vào thời khóa biểu. + Không lưu dữ liệu nếu thông tin không hợp lệ, thiếu dữ liệu hoặc tín chỉ vượt giới hạn. 			

5.4.10. Kiểm thử Use Case xem lịch sử điểm danh

- **Test case ID:** TC-LSDD
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xem lịch sử điểm danh
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Sinh viên tra cứu và xem lịch sử điểm danh của mình trong hệ thống.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Xem lịch sử điểm danh”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị danh sách lịch sử điểm danh.

Bước 3: Người dùng chọn 1 bản ghi để xem chi tiết.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Sinh viên truy cập chức năng xem lịch sử điểm danh.	Tài khoản sinh viên đã đăng nhập.	Hệ thống hiển thị danh sách lịch sử điểm danh.	Hệ thống hiển thị danh sách lịch sử điểm danh.	Pass
2	Hiển thị đầy đủ thông tin lịch sử điểm danh.	Không.	Hiển thị đầy đủ: Mã điểm danh, Trạng thái, Môn học, Thời gian, Thao tác.	Hiển thị đầy đủ: Mã điểm danh, Trạng thái, Môn học, Thời gian, Thao tác.	Pass
Hậu điều kiện:		Sinh viên xem được lịch sử điểm danh của mình. Không có thay đổi dữ liệu trong hệ thống.			

5.4.11. Kiểm thử Use Case xin nghỉ phép

Xem danh sách

- **Test case ID:** TC-XDSP
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xem danh sách xin nghỉ phép
- **Mô tả:** Chức năng cho phép sinh viên xem lại các đơn xin nghỉ phép đã gửi.
- **Tiền điều kiện:** Sinh viên đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Sinh viên chọn chức năng “Xem danh sách xin nghỉ phép”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị danh sách đơn xin nghỉ phép.

Bước 3: Sinh viên xem thông tin chi tiết đơn nghỉ phép.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng Xem danh sách xin nghỉ phép.	Tài khoản sinh viên đã đăng nhập.	Hệ thống hiển thị danh sách lịch sử điểm danh.	Hiển thị giao diện danh sách xin nghỉ phép.	Pass
2	Hiển thị đầy đủ thông tin đơn nghỉ phép.	Không.	Hiển thị: Mã nghỉ phép, Lý do, Môn học, Từ ngày, Đến ngày, Số ngày phép còn lại, Trạng thái, Tệp đính kèm.	Hiển thị đầy đủ các thông tin.	Pass
3	Sinh viên xem danh sách đơn đã gửi.	Tài khoản có dữ liệu đơn.	Hiển thị danh sách đúng với đơn sinh viên đã gửi.	Hiển thị đúng danh sách đơn của sinh viên.	
4	Trường hợp sinh viên chưa gửi đơn xin nghỉ phép.	Tài khoản không có dữ liệu.	Hiển thị danh sách trống hoặc thông báo “Không có dữ liệu”.	Hiển thị “Không có dữ liệu”.	
Hậu điều kiện:		Sinh viên xem được toàn bộ danh sách đơn xin nghỉ phép của mình.			

Gửi đơn nghỉ phép

- **Test case ID:** TC-XNP
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xin nghỉ phép
- **Mô tả:** Chức năng cho phép sinh viên tạo đơn xin nghỉ phép trực tuyến, lưu vào hệ thống và gửi đến giảng viên phụ trách.
- **Tiền điều kiện:** Sinh viên đã đăng nhập thành công vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Sinh viên chọn chức năng “Xin nghỉ phép”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị form nhập thông tin xin nghỉ phép.

Bước 3: Sinh viên nhập thông tin đầy đủ: Tên môn học, Giảng viên, Lý do, Thời gian, Minh chứng.

Bước 4: Sinh viên nhấn nút “Gửi đơn”.

Bước 5: Hệ thống kiểm tra dữ liệu và lưu vào CSDL, gửi thông báo đến giảng viên.

Bước 6: Sinh viên xác nhận → Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng Xin nghỉ phép.	Tài khoản sinh viên đã đăng nhập.	Hiển thị form xin nghỉ phép.	Hiển thị đúng form xin nghỉ phép.	Pass
2	Nhập đầy đủ thông tin hợp lệ.	Tên môn học: “Toán”, Giảng viên: “GV A”, Lý do: “Ôm”, Thời gian: 01/12/2025, Minh chứng:	Form nhận dữ liệu đầy đủ, hệ thống kiểm tra hợp lệ.	Hệ thống nhận dữ liệu, kiểm tra hợp lệ.	Pass

		“Giấy khám bệnh”.			
3	Nhấn nút Gửi đơn.	Thông tin đầy đủ.	Hệ thống lưu đơn vào CSDL và gửi thông báo đến giảng viên.	Lưu đơn và gửi thông báo thành công.	Pass
4	Người dùng chọn “Hủy”.	Không.	Hệ thống hủy tiến trình và quay lại giao diện trước.	Hủy tiến trình và quay lại giao diện trước.	Pass
5	Nhập thiếu thông tin bắt buộc.	Bỏ trống Lý do hoặc Thời gian.	Hệ thống hiển thị thông báo lỗi và không gửi đơn.	Hiển thị thông báo lỗi, không gửi đơn.	Pass
Hậu điều kiện:		Đơn xin nghỉ phép được lưu vào hệ thống. Thông báo được gửi đến giảng viên phụ trách. Sinh viên xác nhận xong → kết thúc tiến trình.			

5.4.12. Kiểm thử Use Case sinh viên xem báo cáo/ Thống kê

- **Test case ID:** TC-CSTD
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Thông kê điểm danh
- **Mô tả:** Chức năng cho phép sinh viên xem báo cáo thống kê điểm danh cá nhân dưới dạng bảng và biểu đồ.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Xem thông kê điểm danh”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị báo cáo thống kê dưới dạng bảng và biểu đồ.

Bước 3: Người dùng xem báo cáo thống kê. → Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng thống kê điểm danh.	Tài khoản sinh viên đã đăng nhập.	Hệ thống hiển thị giao diện thống kê.	Hiển thị đúng giao diện thống kê.	Pass
2	Kiểm tra dữ liệu thống kê chính xác.	Không.	Thông kê điểm danh phản ánh đúng dữ liệu thực tế.	Thông kê hiển thị chính xác.	Pass
3	Xem báo cáo dạng biểu đồ.	Không.	Hệ thống hiển thị dữ liệu điểm danh dạng biểu đồ.	Giao diện hiển thị chế độ tối.	Pass
4	Chuyển từ chế độ tối sang sáng.	Nhấn toggle sang sáng.	Giao diện hiển thị chế độ sáng.	Biểu đồ hiển thị đúng dữ liệu.	Pass
5	Kiểm tra dữ liệu hiển thị khi không có điểm danh.	Không có dữ liệu.	Hệ thống hiển thị thông báo “Không có dữ liệu”.	Thông báo hiển thị đúng.	Pass
Hậu điều kiện:		Người dùng xem được báo cáo thống kê điểm danh chính xác. Không ảnh hưởng dữ liệu khác trong hệ thống.			

5.4.13. Kiểm thử Use Case quản lý điểm danh

Xem danh sách

- **Test case ID:** TC-XDSDD
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xem danh sách điểm danh
- **Mô tả:** Chức năng xem danh sách điểm danh, cho phép giảng viên xem lại danh sách điểm danh của lớp học.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Quản lý điểm danh”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị giao diện xem danh sách điểm danh.

Bước 3: Người dùng chọn lớp học.

Bước 4: Hệ thống hiển thị danh sách môn học theo lớp.

Bước 5: Người dùng chọn môn học.

Bước 6: Hệ thống hiển thị danh sách điểm danh.

Bước 7: Người dùng xem danh sách điểm danh → Kết thúc Use Case

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng quản lý điểm danh.	Tài khoản giảng viên đã đăng nhập.	Hiển thị giao diện quản lý điểm danh.	Hiển thị đúng giao diện.	Pass
2	Chọn lớp học để xem danh sách điểm danh.	Chọn lớp “CNTT1”.	Hệ thống hiển thị danh sách môn học của lớp.	Danh sách môn học hiển thị đúng.	Pass

3	Chọn môn học.	Chọn môn “Cơ sở dữ liệu”.	Hệ thống hiển thị danh sách điểm danh của môn học.	Danh sách điểm danh hiển thị đúng.	Pass
4	Xem danh sách điểm danh.	Không.	Giảng viên xem được danh sách chi tiết.	Hiển thị đầy đủ thông tin điểm danh.	Pass
5	Không có dữ liệu điểm danh.	Chọn lớp/môn học chưa có điểm danh.	Hệ thống hiển thị thông báo “Không có dữ liệu”.	Thông báo hiển thị đúng.	Pass
Hậu điều kiện:		Người dùng xem được danh sách điểm danh của lớp học theo môn học.			

Xuất file excel

- **Test case ID:** TC-XFEX
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xuất file Excel
- **Mô tả:** Chức năng cho phép giảng viên tải về file Excel chứa danh sách điểm danh của lớp học theo môn học.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống, đã chọn lớp và môn học.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Giảng viên chọn lớp và môn học đã có dữ liệu điểm danh.

Bước 2: Nhấn nút “Tải file Excel”.

Bước 3: Hệ thống tạo file Excel từ dữ liệu điểm danh.

Bước 4: File Excel tự động tải về máy.

Bước 5: Người dùng mở và kiểm tra dữ liệu trong file Excel → Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Xuất file Excel.	Lớp “CNTT1”, môn “Cơ sở dữ liệu” có dữ liệu điểm danh.	File Excel được tạo và tải về, dữ liệu đầy đủ.	File Excel tải về thành công, dữ liệu đúng.	Pass
2	Xuất file Excel.	Không có dữ liệu.	File Excel được tạo và tải về, dữ liệu rỗng.	File Excel được tạo và tải về, dữ liệu rỗng.	Pass
Hậu điều kiện:		File Excel danh sách điểm danh được tải thành công về thiết bị của giảng viên hoặc hiển thị thông báo lỗi nếu không thể tải.			

5.4.14. Kiểm thử Use Case quản lý đơn nghỉ phép

Xem danh sách đơn nghỉ phép

- **Test case ID:** TC-XDSNP
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xem danh sách đơn nghỉ phép
- **Mô tả:** Chức năng cho phép giảng viên xem tất cả danh sách đơn nghỉ phép mà sinh viên đã gửi.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Giảng viên nhấn chức năng “Duyệt đơn nghỉ phép”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị danh sách đơn nghỉ phép, bao gồm: Mã yêu cầu, Mã sinh viên, Lớp, Từ ngày, Đến ngày, Trạng thái, Hành động.

Bước 3: Giảng viên xem chi tiết danh sách đơn nghỉ phép.

Bước 4: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail

1	Danh sách đơn nghỉ phép có dữ liệu.	Sinh viên đã gửi đơn nghỉ phép.	Hệ thống hiển thị đầy đủ danh sách đơn với tất cả các trường thông tin.	Danh sách hiển thị đầy đủ, dữ liệu chính xác.	Pass
2	Danh sách đơn nghỉ phép trống.	Chưa có sinh viên gửi đơn.	Hệ thống hiển thị thông báo “Không có đơn nghỉ phép nào”.	Thông báo hiển thị đúng.	Pass
Hậu điều kiện:		Giảng viên xem được toàn bộ danh sách đơn nghỉ phép hoặc nhận được thông báo phù hợp nếu không có dữ liệu hoặc gặp lỗi kết nối.			

Duyệt/ từ chối đơn xin nghỉ phép

- **Test case ID:** TC-DTDSNP
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Duyệt/Từ chối đơn xin nghỉ phép
- **Mô tả:** Chức năng cho phép giảng viên duyệt hoặc từ chối đơn nghỉ phép mà sinh viên đã gửi.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống và truy cập trang quản lý đơn nghỉ phép.

Các bước kiểm tra

- Bước 1: Giảng viên chọn một đơn nghỉ phép bất kỳ.
- Bước 2: Hệ thống hiển thị thông tin chi tiết đơn nghỉ phép (Mã đơn, Mã sinh viên, Lớp, Môn, Ngày bắt đầu, Ngày kết thúc, Hình ảnh, Trạng thái).
- Bước 3: Giảng viên chọn “Duyệt” và nhập lý do (nếu cần).
- Bước 4: Hệ thống thay đổi trạng thái đơn thành “Đã duyệt” và gửi thông báo đến sinh viên.
- Bước 5: Giảng viên chọn “Từ chối” và nhập lý do từ chối.

Bước 6: Hệ thống thay đổi trạng thái đơn thành “Đã từ chối” và gửi thông báo đến sinh viên

Bước 7: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Duyệt đơn nghỉ phép hợp lệ.	Chọn đơn nghỉ phép của sinh viên, nhập lý do duyệt.	Hệ thống chuyển trạng thái đơn sang “Đã duyệt” và gửi thông báo đến sinh viên.	Trạng thái đơn thay đổi “Đã duyệt”, thông báo gửi thành công.	Pass
2	Từ chối đơn nghỉ phép hợp lệ.	Chọn đơn nghỉ phép của sinh viên, nhập lý do từ chối.	Hệ thống chuyển trạng thái đơn sang “Đã từ chối” và gửi thông báo đến sinh viên.	Trạng thái đơn thay đổi “Đã từ chối”, thông báo gửi thành công.	Pass
3	Kiểm tra hiển thị chi tiết đơn nghỉ phép.	Chọn đơn nghỉ phép bất kỳ.	Hệ thống hiển thị đầy đủ thông tin chi tiết (Mã đơn, Mã sinh viên, Lớp, Môn, Ngày bắt đầu, Ngày kết thúc, Hình ảnh, Trạng thái).	Thông tin hiển thị đầy đủ, chính xác.	Pass
Hậu điều kiện:		Giảng viên duyệt hoặc từ chối đơn nghỉ phép thành công, sinh viên nhận được thông báo tương ứng, dữ liệu trạng thái được lưu vào hệ thống.			

5.4.15. Kiểm thử Use Case tạo QR Code

- Test case ID: TC-XDB
- Người thiết kế test case: Trần Thị Huyền Trang
- Ngày thiết kế test case: 03/11/2025
- Người thực hiện test: Nguyễn Nguyễn Phong
- Ngày thực hiện test: 13/11/2025
- Tên test case: Tạo QR code điểm danh
- Mô tả: Chức năng cho phép Giảng viên tạo mã QR code dùng cho điểm danh trong một buổi học cụ thể. Mã QR sẽ được hiển thị và gửi đến sinh viên để điểm danh.
- Tiền điều kiện: Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống. Giảng viên đang ở màn hình lịch dạy.
Các bước kiểm tra Bước 1: Giảng viên chọn chức năng “Tạo QR code điểm danh” của một lịch học. Bước 2: Hệ thống hiển thị giao diện chứa QR code (khi chưa sinh mã). Bước 3: Giảng viên nhấn nút “Tạo QR”. Bước 4: Hệ thống sinh mã QR chứa thông tin điểm danh (Môn học, Lớp, Buổi học, Thời gian hiệu lực). Bước 5: Hệ thống hiển thị mã QR và gửi đến sinh viên. Bước 6: Giảng viên xác nhận → Kết thúc use case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Giảng viên truy cập chức năng “Tạo QR code điểm danh”.	Tài khoản giảng viên đã đăng nhập.	Hệ thống hiển thị giao diện tạo QR của buổi học.	Hiển thị đúng giao diện.	Pass
2	Tạo QR code thành công.	Giảng viên chọn lịch học + nhấn “Tạo QR”.	Hệ thống sinh mã QR chứa thông tin: Môn học, Lớp, Buổi học,	QR hiển thị đúng nội dung.	Pass

			Thời gian hiệu lực.		
3	Hệ thống gửi mã QR đến sinh viên.	QR hợp lệ.	QR hiển thị + gửi đến danh sách sinh viên của lớp.	Gửi đúng.	Pass
4	Người dùng chọn “Hủy” khi đang trong tiến trình.	Nhấn nút Hủy.	Hệ thống hủy tiến trình và quay về giao diện trước đó.	Quay về đúng màn hình.	
Hậu điều kiện:		Một mã QR code được sinh thành công và sẵn sàng cho sinh viên quét. Không có thay đổi dữ liệu nếu giảng viên bấm “Hủy”.			

5.4.16. Kiểm thử Use Case giảng viên xem báo cáo

- **Test case ID:** TC-XDB
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xem Dashboard tổng quan
- **Mô tả:** Chức năng cho phép giảng viên duyệt hoặc từ chối đơn nghỉ phép mà sinh viên đã gửi.
- **Tiền điều kiện:** Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống và truy cập trang quản lý đơn nghỉ phép.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Giảng viên chọn một đơn nghỉ phép bất kỳ.

Bước 2: Hệ thống hiển thị thông tin chi tiết đơn nghỉ phép (Mã đơn, Mã sinh viên, Lớp, Môn, Ngày bắt đầu, Ngày kết thúc, Hình ảnh, Trạng thái).

Bước 3: Giảng viên chọn “Duyệt” và nhập lý do (nếu cần).

Bước 4: Hệ thống thay đổi trạng thái đơn thành “Đã duyệt” và gửi thông báo đến sinh viên.

Bước 5: Giảng viên chọn “Từ chối” và nhập lý do từ chối.

Bước 6: Hệ thống thay đổi trạng thái đơn thành “Đã từ chối” và gửi thông báo đến sinh viên

Bước 7: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Duyệt đơn nghỉ phép hợp lệ.	Chọn đơn nghỉ phép của sinh viên, nhập lý do duyệt.	Hệ thống chuyển trạng thái đơn sang “Đã duyệt” và gửi thông báo đến sinh viên.	Trạng thái đơn thay đổi “Đã duyệt”, thông báo gửi thành công.	Pass
2	Từ chối đơn nghỉ phép hợp lệ.	Chọn đơn nghỉ phép của sinh viên, nhập lý do từ chối.	Hệ thống chuyển trạng thái đơn sang “Đã từ chối” và gửi thông báo đến sinh viên.	Trạng thái đơn thay đổi “Đã từ chối”, thông báo gửi thành công.	Pass
3	Kiểm tra hiển thị chi tiết đơn nghỉ phép.	Chọn đơn nghỉ phép bất kỳ.	Hệ thống hiển thị đầy đủ thông tin chi tiết (Mã đơn, Mã sinh viên, Lớp, Môn, Ngày bắt đầu, Ngày kết thúc, Hình ảnh, Trạng thái).	Thông tin hiển thị đầy đủ, chính xác.	Pass

Hậu điều kiện:	Giảng viên duyệt hoặc từ chối đơn nghỉ phép thành công, sinh viên nhận được thông báo tương ứng, dữ liệu trạng thái được lưu vào hệ thống
-----------------------	---

5.4.17. Kiểm thử Use Case duyệt lịch học

- **Test case ID:** TC-DLH-ADM
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Duyệt lịch học
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Admin duyệt lịch học của sinh viên sau khi sinh viên đăng ký.
- **Tiền điều kiện:** Admin đã đăng nhập vào hệ thống và đã chọn sinh viên cần duyệt lịch học.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Admin chọn chức năng “Quản lý lịch học”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị danh sách sinh viên.

Bước 3: Admin chọn sinh viên cần duyệt lịch học.

Bước 4: Hệ thống hiển thị danh sách các môn học sinh viên đã đăng ký.

Bước 5: Admin chọn 1 hoặc nhiều môn học cần duyệt.

Bước 6: Admin nhấn nút “Duyệt”.

Bước 7: Hệ thống chuyển đổi trạng thái lịch học.

Bước 8: Admin kiểm tra lại thông tin lịch học.

Bước 9: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng Quản lý lịch học.	Admin đăng nhập hợp lệ.	Hệ thống hiển thị danh sách sinh viên.	Danh sách sinh viên hiển thị đầy đủ.	Pass

2	Chọn sinh viên để xem lịch học.	Chọn 1 sinh viên bất kỳ.	Hệ thống hiển thị danh sách môn học sinh viên đã đăng ký.	Danh sách môn học hiển thị chính xác.	Pass
3	Chọn môn học cần duyệt.	Chọn 1 hoặc nhiều môn.	Hệ thống ghi nhận môn học được chọn.	Hệ thống ghi nhận đầy đủ môn học được chọn.	Pass
4	Thực hiện duyệt lịch học.	Nhấn nút “Duyệt”.	Hệ thống chuyển trạng thái lịch học sang “Đã duyệt”.	Trạng thái lịch học được chuyển sang “Đã duyệt”.	Pass
5	Kiểm tra lại kết quả duyệt.	Sinh viên có lịch đã được duyệt.	Hệ thống hiển thị trạng thái lịch học đã duyệt chính xác.	Thông tin trạng thái hiển thị đúng.	Pass
Hậu điều kiện:		Admin duyệt thành công lịch học của sinh viên trong hệ thống, trạng thái các môn học được cập nhật là “Đã duyệt”.			

5.4.18. Kiểm thử Use Case quản lý tài khoản

Xem danh sách tài khoản

- **Test case ID:** TC-XDSTK-ADM
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xem danh sách tài khoản
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Admin xem danh sách các tài khoản người dùng trong hệ thống.
- **Tiền điều kiện:** Admin đã đăng nhập vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Admin chọn chức năng “Quản lý tài khoản”.

Bước 2: Hệ thống hiển thị danh sách tài khoản.

Bước 3: Admin xem thông tin tài khoản.

Bước 4: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng Quản lý tài khoản.	Admin đăng nhập hợp lệ.	Hệ thống hiển thị danh sách tài khoản.	Danh sách tài khoản hiển thị đầy đủ.	Pass
2	Hiển thị danh sách tài khoản.	Dữ liệu tài khoản có trong hệ thống.	Hiển thị các thông tin: Mã, Họ tên, Email, Số điện thoại, Trạng thái tài khoản, Trạng thái khóa.	Tất cả thông tin hiển thị đầy đủ và chính xác.	Pass
3	Xem thông tin chi tiết tài khoản.	Chọn 1 tài khoản bất kỳ.	Hệ thống hiển thị đúng thông tin tài khoản đã chọn.	Thông tin tài khoản hiển thị	Pass

				đúng với dữ liệu hệ thống.	
Hậu điều kiện:	Admin xem được đầy đủ danh sách tài khoản của người dùng trong hệ thống.				

Thêm tài khoản

- **Test case ID:** TC-TTK-ADM
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Thêm tài khoản
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Admin thêm tài khoản người dùng bằng cách tải file Excel và tạo tài khoản hàng loạt.
- **Tiền điều kiện:** Admin đã đăng nhập vào hệ thống và đang ở trang Quản lý tài khoản.

Các bước kiểm tra

- Bước 1: Admin chọn chức năng “Thêm tài khoản”.
- Bước 2: Hệ thống hiển thị giao diện tạo tài khoản.
- Bước 3: Admin click “Tải lên file Excel”.
- Bước 4: Admin chọn file Excel tải lên.
- Bước 5: Hệ thống hiển thị danh sách tài khoản từ file Excel.
- Bước 6: Admin chọn 1 hoặc nhiều tài khoản cần tạo.
- Bước 7: Admin click “Xác nhận tạo tài khoản”.
- Bước 8: Hệ thống tạo tài khoản và gửi mật khẩu qua email.
- Bước 9: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail

1	Truy cập chức năng Thêm tài khoản.	Admin đăng nhập hợp lệ.	Hiển thị giao diện tạo tài khoản.	Giao diện tạo tài khoản hiển thị đúng.	Pass
2	Tải file Excel danh sách tài khoản.	File Excel hợp lệ.	Hệ thống đọc file và hiển thị danh sách tài khoản từ Excel.	Danh sách tài khoản hiển thị đầy đủ từ file.	Pass
3	Chọn tài khoản cần tạo.	Chọn 1 hoặc nhiều tài khoản.	Hệ thống ghi nhận các tài khoản được chọn.	Hệ thống ghi nhận đúng các tài khoản được chọn.	Pass
4	Xác nhận tạo tài khoản.	Danh sách tài khoản đã chọn.	Hệ thống tạo tài khoản thành công.	Tài khoản được tạo thành công trên hệ thống.	Pass
5	Gửi mật khẩu qua email.	Email người dùng hợp lệ.	Mật khẩu được gửi đến đúng email người dùng.	Email chứa mật khẩu được gửi thành công.	Pass
Hậu điều kiện:		Admin thêm thành công danh sách tài khoản người dùng vào hệ thống và các tài khoản được gửi mật khẩu qua email.			

Cấp lại mật khẩu

- **Test case ID:** CLMK-ADM
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Cấp lại mật khẩu tài khoản
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Admin cấp lại mật khẩu cho tài khoản người dùng và gửi mật khẩu mới qua email.
- **Tiền điều kiện:** Admin đã đăng nhập vào hệ thống và đang ở màn hình Quản lý tài khoản.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Admin chọn chức năng “Cấp lại mật khẩu” cho một tài khoản bất kỳ.

Bước 2: Hệ thống hiển thị form cấp lại mật khẩu gồm trường “Mật khẩu mới”.

Bước 3: Admin nhập mật khẩu mới.

Bước 4: Admin click nút “Xác nhận”.

Bước 5: Hệ thống lưu mật khẩu mới và gửi mật khẩu cho người dùng qua email.

Bước 6: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Chọn chức năng Cấp lại mật khẩu.	Admin đã đăng nhập.	Hiển thị form cấp lại mật khẩu.	Form cấp lại mật khẩu hiển thị đúng.	Pass
2	Nhập mật khẩu mới.	Mật khẩu hợp lệ: Abc@1234	Hệ thống cho phép nhập mật khẩu.	Mật khẩu được nhập hợp lệ.	Pass
3	Xác nhận cấp lại mật khẩu.	Mật khẩu mới: Abc@1234	Hệ thống lưu mật khẩu mới.	Mật khẩu được lưu thành công.	Pass

4	Gửi email mật khẩu mới.	Email người dùng hợp lệ.	Hệ thống gửi email chứa mật khẩu mới.	Email được gửi thành công.	Pass
5	Kiểm tra đăng nhập bằng mật khẩu mới.	Mật khẩu mới vừa cấp.	Đăng nhập thành công.	Đăng nhập thành công.	Pass
6	Click nút “Tạo mật khẩu ngẫu nhiên”.	Không.	Hệ thống tự động sinh mật khẩu mới.	Mật khẩu ngẫu nhiên được tạo tự động.	Pass
7	Xác nhận mật khẩu ngẫu nhiên.	Mật khẩu ngẫu nhiên.	Hệ thống lưu mật khẩu và gửi email.	Mật khẩu được lưu và gửi email thành công.	Pass
Hậu điều kiện:		Admin cấp lại mật khẩu thành công cho người dùng và người dùng nhận được mật khẩu mới qua email.			

Thay đổi trạng thái

- **Test case ID:** TC-TDTTK-ADM
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Admin thay đổi trạng thái hoạt động (tạm dừng/kích hoạt) của tài khoản người dùng.
- **Tiền điều kiện:** Admin đã đăng nhập vào hệ thống và đang ở màn hình Quản lý tài khoản.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Admin chọn chức năng “Tạm dừng” cho một tài khoản bất kỳ.

Bước 2: Hệ thống hiển thị popup xác nhận tạm dừng tài khoản.

Bước 3: Admin click nút “Xác nhận”.

Bước 4: Hệ thống cập nhật trạng thái mới cho tài khoản.

Bước 5: Admin kiểm tra lại trạng thái tài khoản.

Bước 6: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Chọn chức năng Tạm dừng tài khoản.	Admin đăng nhập hợp lệ.	Hiển thị popup xác nhận tạm dừng.	Popup xác nhận hiển thị đúng.	Pass
2	Xác nhận tạm dừng.	Click nút “Xác nhận”.	Hệ thống cập nhật trạng thái tài khoản sang “Tạm dừng”.	Trạng thái tài khoản được cập nhật đúng.	Pass
3	Kiểm tra trạng thái sau khi cập nhật.	Tài khoản vừa tạm dừng.	Trạng thái hiển thị là “Tạm dừng”.	Trạng thái hiển thị là “Tạm dừng”.	Pass
4	Hủy thao tác tạm dừng.	Click nút “Hủy” trên popup.	Hệ thống không thay đổi trạng thái tài khoản.	Trạng thái tài khoản không thay đổi.	Pass
5	Kích hoạt lại tài khoản.	Click nút “Kích hoạt”.	Hệ thống cập nhật trạng thái sang “Hoạt động”.	Trạng thái được cập nhật thành “Hoạt động”.	Pass
Hậu điều kiện:		Admin thay đổi trạng thái hoạt động của tài khoản thành công và trạng thái mới được cập nhật chính xác trên hệ thống.			

Xuất file excel tài khoản

- **Test case ID:** TC-XFEX-ADM
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xuất file Excel
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Admin tải về file Excel chứa danh sách tài khoản để lưu trữ và thống kê.
- **Tiền điều kiện:** Admin đã đăng nhập vào hệ thống và đã truy cập vào màn hình.

Quản lý tài khoản.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Admin truy cập màn hình “Quản lý tài khoản”.

Bước 2: Admin chọn chức năng “Xuất file Excel”.

Bước 3: Hệ thống tạo file Excel từ dữ liệu tài khoản.

Bước 4: Hệ thống tự động tải file Excel về máy.

Bước 5: Admin kiểm tra nội dung và lưu file.

Bước 6: Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng Xuất file Excel.	Admin đăng nhập hợp lệ.	Hiển thị nút “Xuất file Excel”.	Nút “Xuất file Excel” hiển thị đúng.	Pass
2	Thực hiện xuất file Excel.	Click nút “Xuất file Excel”.	Hệ thống tạo và tự động tải file Excel về máy.	File Excel được tải về thành công.	Pass
3	Kiểm tra nội dung file Excel.	File chứa danh sách tài khoản.	Dữ liệu trong file đầy đủ, đúng với dữ liệu trên hệ thống.	Dữ liệu file đầy đủ, chính xác.	Pass

Hậu điều kiện:	File Excel danh sách tài khoản được tải thành công về máy người dùng và có thể sử dụng cho mục đích lưu trữ, thống kê.
-----------------------	--

Sửa người dùng

- **Test case ID:** TC-SND-ADM

- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang

- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025

- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong

- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025

- **Tên test case:** Sửa người dùng

- **Mô tả:** Chức năng cho phép Admin chỉnh sửa thông tin tài khoản người dùng (Sinh viên/Giảng viên) trong hệ thống.

- **Tiền điều kiện:** Admin đã đăng nhập vào hệ thống và truy cập vào trang quản lý người dùng.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Admin chọn chức năng “Sửa” của 1 người dùng bất kỳ.

Bước 2: Hệ thống hiển thị form thông tin chi tiết người dùng bao gồm: Email, Trạng thái hoạt động, Số điện thoại.

Bước 3: Admin nhập thông tin chỉnh sửa hợp lệ.

Bước 4: Hệ thống kiểm tra định dạng.

Bước 5: Admin click nút “Lưu”.

Bước 6: Hệ thống lưu thông tin vào CSDL và hiển thị thông báo thành công.

Bước 7: Admin xác nhận. Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập chức năng Sửa người dùng.	Admin đăng nhập hợp lệ.	Hiển thị form chi tiết thông tin người dùng.	Form hiển thị đầy đủ.	Pass
2	Nhập thông tin hợp lệ.	+Email:demo@g mail.com	Dữ liệu hợp lệ, click Lưu.	Hệ thống lưu thành	Pass

		+SĐT:09876543 21 +Trạng thái: Đang hoạt động		công vào CSDL.	
3	Hiển thị thông báo thành công.	Thông tin hợp lệ	Hệ thống hiển thị “Cập nhật người dùng thành công”.	Thông báo hiển thị đúng.	Pass
4	Email không hợp lệ.	+Email:demogmail.com +SĐT:09876543 21 +Trạng thái: Đang hoạt động	Hệ thống thông báo lỗi “Email không hợp lệ”.	Thông báo hiển thị đúng.	Pass
5	Số điện thoại không hợp lệ.	+Email:demo@mail.com +SĐT:09876543 21sscx +Trạng thái: Đang hoạt động	Hệ thống thông báo lỗi “Số điện thoại không hợp lệ”.	Thông báo hiển thị đúng.	Pass
Hậu điều kiện:		Thông tin người dùng được cập nhật thành công trong hệ thống.			

5.4.19. Kiểm thử Use Case admin xem báo cáo

- **Test case ID:** TC-GSTTND-ADM
- **Người thiết kế test case:** Trần Thị Huyền Trang
- **Ngày thiết kế test case:** 03/11/2025
- **Người thực hiện test:** Nguyễn Nguyễn Phong
- **Ngày thực hiện test:** 13/11/2025
- **Tên test case:** Xem Dashboard tổng quan
- **Mô tả:** Chức năng cho phép Admin sau khi đăng nhập có thể xem tổng quan số liệu trên hệ thống.
- **Tiền điều kiện:** Admin đã đăng nhập vào hệ thống.

Các bước kiểm tra

Bước 1: Admin truy cập vào trang Dashboard.

Bước 2: Hệ thống hiển thị các thông tin tổng quan.

Bước 3: Admin xem báo cáo. Kết thúc Use Case.

STT	Trường hợp test	Dữ liệu test	Kết quả mong muốn	Kết quả thực tế	Pass/Fail
1	Truy cập trang Dashboard.	Admin đã đăng nhập.	Hiển thị trang Dashboard.	Trang Dashboard hiển thị đầy đủ.	Pass
2	Kiểm tra thông tin hiển thị.	Không.	Hiển thị đúng tổng số sinh viên.	Tổng số sinh viên hiển thị chính xác.	Pass
3	Hiển thị tổng số giảng viên.	Không.	Hiển thị đúng tổng số giảng viên.	Tổng số giảng viên hiển thị chính xác.	Pass
4	Hiển thị tổng số buổi điểm danh.	Không.	Hiển thị đúng tổng số buổi điểm danh.	Tổng số buổi điểm danh hiển thị chính xác.	Pass
5	Xem báo cáo tổng quan.	Không.	Admin xem được toàn bộ dữ liệu.	Xem báo cáo thành công.	Pass
Hậu điều kiện:		Admin xem được toàn bộ dữ liệu tổng quan trên Dashboard của hệ thống.			

CHƯƠNG 6. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

6.1. Kết quả đạt được

Hệ thống chấm công và quản lý điểm danh trực tuyến đã được phát triển và triển khai thành công, đáp ứng được đầy đủ các chức năng từ cơ bản đến nâng cao. Các chức năng chính bao gồm đăng nhập, quản lý người dùng, chấm công, xem lịch học, thống kê dữ liệu và xuất báo cáo. Đặc biệt hơn nữa, hệ thống đã tích hợp công nghệ nhận diện khuôn mặt, giúp việc chấm công trở nên chính xác, nhanh chóng và hạn chế tối đa gian lận. Giao diện trực quan, thân thiện với người dùng, đồng thời dữ liệu được lưu trữ tập trung trên hệ thống, hỗ trợ tra cứu, tổng hợp và phân tích thông tin thuận tiện. Ứng dụng di động đã được phát triển và đã đẩy lên *CH Play*, cho phép người dùng *Android* sử dụng mọi lúc mọi nơi; tuy nhiên, phiên bản dành cho *iOS* hiện vẫn chưa được phát hành, nên người dùng *iPhone* vẫn phải sử dụng phiên bản web để truy cập các chức năng của hệ thống. Hệ thống hoạt động ổn định, đáp ứng tốt nhu cầu quản lý, theo dõi và báo cáo công tác chấm công của giảng viên, sinh viên và bộ phận quản lý.

6.2. Hạn chế

Mặc dù đã đạt được nhiều kết quả tích cực, hệ thống vẫn còn một số hạn chế cần được khắc phục và cải thiện trong các phiên bản tiếp theo. Hiệu năng của hệ thống chưa tối ưu tuyệt đối khi số lượng người dùng cùng truy cập lớn, đặc biệt khi xử lý các luồng dữ liệu video từ nhận diện khuôn mặt. Giao diện trên một số thiết bị di động vẫn chưa hoàn toàn thân thiện, và một số chức năng nâng cao về phân tích dữ liệu, thống kê chuyên sâu vẫn còn đơn giản. Bên cạnh đó, mặc dù đã có bảo mật cơ bản, hệ thống vẫn cần nâng cấp các cơ chế bảo vệ dữ liệu người dùng, đảm bảo an toàn thông tin khi mở rộng quy mô và kết nối với nhiều thiết bị khác nhau. Phiên bản *iOS* chưa được phát hành cũng là một hạn chế trong việc tiếp cận đầy đủ người dùng trên các nền tảng.

6.3. Hướng phát triển

Trong tương lai, hệ thống có thể được phát triển theo nhiều hướng để nâng cao hiệu quả và trải nghiệm người dùng. Việc phát triển ứng dụng di động cho *iOS* là ưu tiên nhằm mở rộng khả năng tiếp cận và đảm bảo người dùng trên tất cả các nền tảng đều có thể sử dụng đầy đủ các chức năng. Giao diện người dùng trên các thiết bị di động cần được tối ưu hóa, đồng thời nâng cấp hiệu năng xử lý dữ liệu video từ nhận diện khuôn mặt để

phục vụ số lượng người dùng lớn mà vẫn đảm bảo tốc độ và độ chính xác. Hệ thống cũng cần tăng cường các cơ chế bảo mật, phân quyền người dùng, bổ sung các chức năng thông báo tự động, thống kê chuyên sâu, biểu đồ phân tích dữ liệu và tích hợp thêm các công nghệ AI nâng cao để hỗ trợ quản lý hiệu quả hơn. Những cải tiến này sẽ giúp hệ thống trở thành công cụ quản lý hiện đại, tiện lợi và đáng tin cậy, đáp ứng đầy đủ nhu cầu quản lý và theo dõi công tác chấm công trong môi trường giáo dục hiện đại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] “Flutter — giải pháp phát triển ứng dụng đa nền tảng do Google phát triển,” AWS, 2025. [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/vi/what-is/flutter/>
- [2] “Django — Web framework bằng Python,” Wikipedia, 2025. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Django_\(web_framework](https://en.wikipedia.org/wiki/Django_(web_framework)
- [3] “React — A JavaScript library for building user interfaces,” ReactJS.org, 2025. [Online]. Available: <https://react.dev/>
- [4] PostgreSQL Global Development Group, “pgAdmin 4 — Administration and Management Tool for PostgreSQL,” 2024. [Online]. Available: <https://www.pgadmin.org/>
- [5] “Python (programming language),” Wikipedia, 2025. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Python_\(programming_language](https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language)
- [6] “Docker là gì ? Kiến thức cơ bản về Docker,” Viblo, 2020. [Online]. Available: <https://viblo.asia/p/docker-la-gi-kien-thuc-co-ban-ve-docker-maGK7qeelj2>
- [7] Feng, Y., Feng, H., Black, M. J. & Bolkart, T. Learning an Animatable Detailed 3D Face Model from In-the-Wild Images. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, Vol. 40(4), 2021. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3450626.3459936>
- [8] Li, X., Komulainen, J., Zhao, G., Yuen, P.-C. & Pietikäinen, M. Generalized face anti-spoofing by detecting pulse from face videos. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 13, no. 2, pp. 345–360, Feb. 2018. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7900300>
- [9] Besl, P. J., & McKay, N. D. (1992). A method for registration of 3-D shapes. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14(2), 239-256. (Về Thuật toán ICP - Iterative Closest Point).
- [10] Blanz, V., & Vetter, T. (1999). A morphable model for the synthesis of 3D faces. *Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH)*, 187-194. (Về Morphable Model 3D khuôn mặt).

- [11] Chang, K. I., Bowyer, K. W., & Flynn, P. J. (2005). An evaluation of multimodal 2D+3D face recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 27(12), 1916-1921. (Về đánh giá nhận dạng khuôn mặt đa phương thức 2D+3D).
- [12] Gupta, S., Castleman, K. R., & Markey, M. K. (2010). Local principal curvature analysis for 3D face recognition. *Machine Vision and Applications*, 21(6), 849-869. (Về phân tích độ cong chính cục bộ trong nhận dạng 3D).
- [13] Phillips, P. J., Scruggs, T., O'Toole, A. J., Flynn, P. J., Bowyer, K. W., Schott, C. L., & Sharpe, M. (2005). FRVT 2002: Evaluation results for face recognition algorithms. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 27(2), 190-201. (Về FRGC - Face Recognition Grand Challenge).
- [14] Qi, C. R., Su, H., Mo, K., & Guibas, L. J. (2017). Pointnet: Deep learning on point sets for 3d classification and segmentation. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 652-660. (Về PointNet cho dữ liệu Point Cloud 3D).
- [15] Leiva, B., Irastorza, I., Moneo, A., Ibarretxe, G., Silvan, U. & Lanceros-Méndez, S. Expanding the Applicability of Electroactive Polymers for Tissue Engineering Through Surface Biofunctionalization. *Biomimetics*, Vol. 10, No. 2, 2025. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2313-7673/10/2/70>

PHỤ LỤC

KẾ HOẠCH THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

Thời gian	Công việc	Người thực hiện	Mức độ hoàn thành	Ghi chú
Tuần 01 (11/08-17/08/2025)	- Tìm hiểu yêu cầu và phạm vi đề tài. - Nghiên cứu thư viện 3D face recognition. - Đánh giá yêu cầu phần cứng.	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Khởi đầu dự án
		Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 02 (18/08 – 24/08/2025)	- Viết tài liệu so sánh công nghệ 3D. - Nghiên cứu công nghệ QR. - Thủ nghiệm tạo/đọc QR cơ bản.	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Hoàn thành giai đoạn phân tích
		Trần Thị Huyền Trang	100%	

Tuần 03 (25/08 – 31/08/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Thiết kế kiến trúc hệ thống. - Thiết kế cơ sở dữ liệu: bảng, ERD... 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Gửi GVHD duyệt thiết kế ban đầu
		Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 04 (01/09 – 07/09/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Hoàn thiện prototype UI/UX. - Thiết kế UI/UX (wireframe, prototype Figma). 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Chuẩn bị code backend
		Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 05 (08/09 – 14/09/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Chuẩn bị dataset khuôn mặt. - Tiền xử lý ảnh: crop, alignment. 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Bắt đầu coding mô- đun 3D
		Trần Thị Huyền Trang	100%	

Tuần 06 (15/09 – 21/09/2025))	- Huấn luyện / fine-tune mô hình 3D.	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Sử dụng ResNet-18
	- Tích hợp model vào server.	Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 07 (22/09 – 28/09/2025)	- Hoàn tất tích hợp model vào server .	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Hoàn thành mô-đun 3D
	- Test nhận diện cơ bản.	Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 08 (29/09 – 05/10/2025)	- Xây dựng mô-đun QR Code.	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Hoàn thành QR dự phòng
	- Tạo mã QR cho SV, quét QR bằng app.	Trần Thị Huyền Trang	100%	

Tuần 09 (06/10 – 12/10/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Viết API đăng nhập & xác thực. - Viết API điểm danh (3D + QR). 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Backend quan trọng
		Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 10 (13/10 – 19/10/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Hoàn thành API điểm danh. - API xem lịch sử điểm danh. - Test API bằng Postman. 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Hoàn thiện backend
		Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 11 (20/10 – 26/10/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Tích hợp mô-đun 3D vào app. - Tích hợp mô-đun QR vào app. - Kiểm tra tính ổn định. 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Tích hợp mobile – server
		Trần Thị Huyền Trang	100%	

Tuần 12 (27/10 – 02/11/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Viết test case. - Thực hiện test app. - Fix bug phát hiện. 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Kiểm thử chức năng
		Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 13 (03/11 – 09/11/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Test hiệu năng với nhiều sinh viên. - Test bảo mật. - Tối ưu hệ thống. 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Kiểm thử nâng cao
		Trần Thị Huyền Trang	100%	
Tuần 14 (10/11 – 16/11/2025)	<ul style="list-style-type: none"> - Viết tài liệu kỹ thuật. - Viết báo cáo chương 1, 2, 3, 4. 	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Báo cáo + tài liệu
		Trần Thị Huyền Trang	100%	

Tuần 15 (17/11 – 23/11/2025)	- Viết báo cáo chương 5,6. - Làm slide, video demo.	Nguyễn Nguyễn Phong	100%	Chuẩn bị bảo vệ khóa luận
	- Luyện tập thuyết trình.	Trần Thị Huyền Trang	100%	

CHECK ĐẠO VĂN

The screenshot shows a Turnitin submission page. At the top, there is a green header bar with contact information: 'Call us : 0283.8940 390 - ext 838' and 'E-mail : csm@iuh.edu.vn'. Below the header, there is a 'Done' button and a message 'Opened: Thursday, 1 June 2023, 12:00 AM'. There are two buttons at the bottom left: 'Sửa bài làm' and 'Loại bỏ bài nộp'. The main area is titled 'Trạng thái bài nộp' (Submission Status) and contains the following table:

Trạng thái bài nộp	Dã nộp để chấm điểm
Trạng thái chấm điểm	Chưa chấm điểm
Chỉnh sửa lần cuối	Sunday, 7 December 2025, 10:16 AM
Nộp tập tin	MauBaoCao.docx ID Turnitin: 2838148499 11%
Đang tải các bình luận.	Các bình luận (0)

The screenshot shows a Turnitin similarity report. On the left, there is a large preview of the submitted document, which includes the title 'TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN', the logo of 'Industrial University of Ho Chi Minh City', and the author's name 'Nguyễn Nguyễn Phong – Trần Thị Huyền Trang'. The right side of the screen displays a list of matching sources:

Sources	Percentage	Details
Student papers	7%	Thai Nguyen University of Education 7% 313 text blocks, 3520 matched words
Publication	2%	Phenikaa University 2% 137 text blocks, 992 matched words
Internet	2%	www.ctu.edu.vn 2% 125 text blocks, 844 matched words
Internet	1%	tintuc.thuvienphapluat.com 1% 9 text blocks, 685 matched words
Internet	<1%	text.123docz.net <1% 45 text blocks, 500 matched words
Publication	<1%	Hanoi Pedagogical University 2 <1% 50 text blocks, 383 matched words

CHÍNH SÁCH BẢO MẬT SINH TRẮC HỌC

Quy định mới về bảo vệ dữ liệu cá nhân đối với dữ liệu vị trí cá nhân, dữ liệu sinh trắc học từ 01/01/2026

Theo đó, các quy định mới về bảo vệ dữ liệu cá nhân đối với dữ liệu vị trí cá nhân, dữ liệu sinh trắc học được Quốc hội quy định tại Điều 31 Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025 như sau:

- Dữ liệu vị trí cá nhân là dữ liệu được xác định thông qua công nghệ định vị để biết vị trí và giúp xác định con người cụ thể.
- Dữ liệu sinh trắc học là dữ liệu về thuộc tính vật lý, đặc điểm sinh học cá biệt và ổn định của một người để xác định người đó.
- Việc bảo vệ dữ liệu cá nhân đối với dữ liệu vị trí cá nhân được quy định như sau:
 - + Không áp dụng việc theo dõi định vị qua thẻ nhận dạng tàn số vô tuyến và các công nghệ khác, trừ trường hợp có sự đồng ý của chủ thẻ dữ liệu cá nhân hoặc trường hợp có yêu cầu của cơ quan có thẩm quyền theo quy định của pháp luật hoặc trường hợp pháp luật có quy định khác;
 - + Tổ chức, cá nhân cung cấp nền tảng ứng dụng di động phải thông báo cho người sử dụng về việc sử dụng dữ liệu vị trí cá nhân; có biện pháp ngăn chặn việc thu thập dữ liệu vị trí cá nhân của tổ chức, cá nhân không liên quan; cung cấp cho người sử dụng các tùy chọn theo dõi vị trí cá nhân.
- Việc bảo vệ dữ liệu sinh trắc học quy định như sau:
 - + Cơ quan, tổ chức, cá nhân thu thập và xử lý dữ liệu sinh trắc học phải có biện pháp bảo mật vật lý đối với thiết bị lưu trữ và truyền tải dữ liệu sinh trắc học của mình; hạn chế quyền truy cập vào dữ liệu sinh trắc học; có hệ thống theo dõi để phòng ngừa, phát hiện hành vi xâm phạm dữ liệu sinh trắc học; tuân thủ quy định của pháp luật và tiêu chuẩn quốc tế có liên quan;
 - + Trường hợp xử lý dữ liệu sinh trắc học gây thiệt hại cho chủ thẻ dữ liệu cá nhân thì tổ chức, cá nhân thu thập và xử lý dữ liệu sinh trắc học phải thông báo cho chủ thẻ dữ liệu cá nhân đó theo quy định của Chính phủ.

Mức xử lý vi phạm pháp luật về bảo vệ dữ liệu cá nhân từ 01/01/2026

Cụ thể, mức xử lý vi phạm pháp luật về bảo vệ dữ liệu cá nhân từ 01/01/2026 được quy định tại Điều 8 Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025 như sau:

- Tổ chức, cá nhân có hành vi vi phạm quy định của Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025 và quy định khác của pháp luật có liên quan đến bảo vệ dữ liệu cá nhân thì tùy theo tính chất, mức độ, hậu quả của hành vi vi phạm có thể bị xử phạt hành chính hoặc bị truy cứu trách nhiệm hình sự; nếu gây thiệt hại thì phải bồi thường theo quy định của pháp luật.
- Việc xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực bảo vệ dữ liệu cá nhân thực hiện theo quy định tại các khoản 3, 4, 5, 6 và 7 Điều 8 Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025 và pháp luật về xử lý vi phạm hành chính.
- Mức phạt tiền tối đa trong xử phạt vi phạm hành chính đối với hành vi mua, bán dữ liệu cá nhân là 10 lần khoản thu có được từ hành vi vi phạm; trường hợp không có khoản thu từ hành vi vi phạm hoặc mức phạt tính theo khoản thu có được từ hành vi vi phạm thấp hơn mức phạt tiền tối đa quy định tại khoản 5 Điều 8 Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025 thì áp dụng mức phạt tiền theo quy định tại khoản 5 Điều 8 Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025.
- Mức phạt tiền tối đa trong xử phạt vi phạm hành chính đối với tổ chức có hành vi vi phạm quy định chuyển dữ liệu cá nhân xuyên biên giới là 5% doanh thu của năm trước liền kề của tổ chức đó; trường hợp không có doanh thu của năm trước liền kề hoặc mức phạt tính theo doanh thu thấp hơn mức phạt tiền tối đa theo quy định tại khoản 5 Điều 8 Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025 thì áp dụng mức phạt tiền theo quy định tại khoản 5 Điều 8 Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025.
- Mức phạt tiền tối đa trong xử phạt vi phạm hành chính đối với các hành vi vi phạm khác trong lĩnh vực bảo vệ dữ liệu cá nhân là 03 tỷ đồng.
- Mức phạt tiền tối đa quy định tại các khoản 3, 4 và 5 Điều 8 Luật Bảo vệ dữ liệu cá nhân 2025 được áp dụng đối với tổ chức; cá nhân thực hiện cùng hành vi vi phạm thì mức phạt tiền tối đa bằng một phần hai mức phạt tiền đối với tổ chức.
- Chính phủ quy định phương pháp tính khoản thu có được từ việc thực hiện hành vi vi phạm pháp luật về bảo vệ dữ liệu cá nhân.