

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG



LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC
NGÀNH HỆ THỐNG THÔNG TIN

Đề tài

HỆ THỐNG HỖ TRỢ CHẨN ĐOÁN BỆNH PHỔI
DỰA TRÊN ẢNH X-QUANG

Sinh viên thực hiện

Phan Nguyễn Minh Thảo

MSSV: B1605247, Khóa 42

Nguyễn Thị Ngọc Chăm

MSSV: B1605203, Khóa 42

Cần Thơ, 01/2021

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG
BỘ MÔN HỆ THỐNG THÔNG TIN**



**LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC
NGÀNH HỆ THỐNG THÔNG TIN**

Đề tài

**HỆ THỐNG HỖ TRỢ CHẨN ĐOÁN BỆNH PHỔI
DỰA TRÊN ẢNH X-QUANG**

Người hướng dẫn
TS. Nguyễn Thanh Hải

Sinh viên thực hiện
Phan Nguyễn Minh Thảo
MSSV: B1605247, Khóa 42
Nguyễn Thị Ngọc Chăm
MSSV: B1605203, Khóa 42

Cần Thơ, 01/2021

LỜI CẢM ƠN



Luận văn tốt nghiệp là tiền đề nhằm trang bị cho chúng em những kỹ năng nghiên cứu và kiến thức quý báu. Trong quá trình học tập, nghiên cứu và thực hiện đề tài: “**Hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang**”, bên cạnh sự nỗ lực của bản thân đã vận dụng những kiến thức tiếp thu được, tìm tòi học hỏi kiến thức liên quan đến đề tài, chúng em nhận được sự quan tâm, góp ý, hỗ trợ quý báu của thầy cô, người thân và bạn bè.

Chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến toàn bộ quý thầy cô Trường Đại học Cần Thơ, quý thầy cô Khoa Công nghệ Thông tin và Truyền thông, đặc biệt là Thầy, Cô trong bộ môn Hệ thống thông tin đã tận tình truyền đạt những kiến thức quý báu cho chúng em trong suốt bốn năm rưỡi học tập và rèn luyện tại trường.

Chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Thầy TS. Nguyễn Thành Hải đã tận tình giúp đỡ, góp ý, hỗ trợ và tạo điều kiện tốt nhất cho chúng em trong suốt quá trình thực hiện đề tài để chúng em có thể hoàn thành tốt luận văn tốt nghiệp.

Chúng em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến giáo viên có vắn, Thầy PGS. TS. Nguyễn Thái Nghe đã giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi cho chúng em trong quá trình học tập, rèn luyện tại trường.

Chúng em xin gửi lời cảm ơn đến Thầy ThS-GVC. Lê Đức Thắng và Thầy TS. Trương Quốc Định đã nhận lời phản biện và góp ý kiến để luận văn của chúng em được hoàn chỉnh hơn.

Với lòng biết ơn sâu sắc nhất, chúng con xin gửi lời cảm ơn đến ông bà, ba mẹ, người thân trong gia đình. Chúng con cảm ơn ba mẹ đã tạo điều kiện hết mức cho chúng con trên con đường học vấn để chúng con có thể yên tâm học tập, rèn luyện và phát triển bản thân và có thể vững tin hoàn thành tốt luận văn tốt nghiệp.

Chúng tôi cũng xin gửi lời cảm ơn đến bạn bè, những người đã bên cạnh, săn sàng sẻ chia, phán đoán và giúp đỡ trong học tập và cuộc sống trong suốt khoảng thời gian ngồi trên ghế nhà trường. Những kỷ niệm với các bạn sẽ là kỷ niệm đẹp mãi đi theo chúng tôi.

Trong quá trình thực hiện luận văn, mặc dù đã rất cố gắng và nỗ lực thực hiện đề tài nhưng kiến thức, kinh nghiệm thực tiễn vẫn còn hạn chế nên đề tài khó tránh khỏi thiếu sót. Chúng em rất mong nhận được sự thông cảm, ý kiến đóng góp của Thầy Cô để chúng em có thể học hỏi thêm nhiều kinh nghiệm và hoàn thiện hơn kiến thức của mình.

Kính chúc thầy cô thành công trong sự nghiệp dù dắt các thế hệ học trò đến những bến bờ tri thức. Chúng em xin gửi lời chúc sức khỏe và những điều tốt đẹp nhất đến mọi người.

Trân trọng!

Cần Thơ, ngày 12 tháng 01 năm 2021
Tác giả

Phan Nguyễn Minh Thảo
Nguyễn Thị Ngọc Chăm

NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Cần Thơ, ngày 12 tháng 01 năm 2021
Giảng viên hướng dẫn

TS. Nguyễn Thành Hải

NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN PHẢN BIỆN

Cần Thơ, ngày 12 tháng 01 năm 2021
Giáo viên phản biện

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	i
DANH MỤC HÌNH	vi
DANH MỤC BẢNG.....	xii
DANH MỤC TỪ ĐIỀN - VIẾT TẮT – GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ	xiii
TÓM TẮT	xv
ABSTRACT	xvi
PHẦN 1. GIỚI THIỆU	1
I. ĐẶT VẤN ĐỀ.....	1
II. TÓM TẮT LỊCH SỬ GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ	2
III. MỤC TIÊU ĐỀ TÀI.....	4
IV. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU	4
1. Đối tượng nghiên cứu	4
2. Phạm vi nghiên cứu.....	4
V. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	4
VI. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU	5
VII. NHỮNG ĐÓNG GÓP CHÍNH CỦA ĐỀ TÀI	6
VIII. KẾ HOẠCH THỰC HIỆN	7
IX. BÓ CỤC CỦA QUYỀN LUẬN VĂN.....	9
1. Phần giới thiệu	9
2. Phần nội dung.....	9
3. Phần kết luận	9
PHẦN 2. NỘI DUNG	10
CHƯƠNG I. MÔ TẢ BÀI TOÁN	10
I. MÔ TẢ BỆNH PHỔI.....	10
1. Viêm phổi (Pneumonia)	10
2. Tràn dịch màng phổi (Pleural Effusion)	11
3. Phổi bị mờ (Lung Opacity)	12
II. ĐẶC TẢ YÊU CẦU	13
III. MÔ TẢ CÁC TẬP DỮ LIỆU	16
1. Tập dữ liệu dùng để huấn luyện mô hình phân loại ảnh	16
2. Tập dữ liệu ảnh dùng để huấn luyện mô hình phân loại bệnh viêm phổi	17
3. Tập dữ liệu ảnh dùng để huấn luyện hai mô hình phân loại bệnh tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ	18
CHƯƠNG II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ HỌC SÂU	19
I. GIỚI THIỆU VỀ HỌC SÂU	19
II. PHÂN LOẠI HÌNH ẢNH	20

III. MẠNG NƠ-RON TÍCH CHẬP (CNN)	21
1. Các tham số	24
1.1. Bộ lọc (Filter)	24
1.2. Đệm (Padding)	25
1.3. Sải bước (Stride)	26
2. Lớp tích chập (Convolutional Layer)	27
3. Hàm kích hoạt (Activation Functions)	29
3.1. Hàm kích hoạt phi tuyến ReLU	29
3.2. Hàm kích hoạt Softmax	30
4. Lớp lấy mẫu/ gộp (Pooling Layer)	30
5. Lớp dropout (Dropout Layer)	31
6. Lớp làm phẳng (Flattening layer)	32
7. Lớp kết nối đầy đủ (Fully Connected Layer)	32
8. Hàm tối ưu	33
8.1. Adam	33
8.2. Rmsprop	33
9. Bias	33
10. Cài đặt	34
IV. TĂNG CUỐNG DỮ LIỆU (DATA AUGMENTATION)	34
V. HỌC CHUYÊN GIAO (TRANSFER LEARNING)	35
1. VGG	35
2. Resnet50	36
3. MobileNetV2	36
4. InceptionV3	36
5. InceptionResnetV2	37
CHƯƠNG III. THIẾT KẾ VÀ CÀI ĐẶT GIẢI PHÁP	38
I. KIẾN TRÚC HỆ THỐNG CHẨN ĐOÁN BỆNH PHỔI	38
II. KIẾN TRÚC CÁC MÔ HÌNH CNN ĐỀ XUẤT	39
1. Kiến trúc mô hình CNN phân loại ảnh	39
2. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi	40
3. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi	42
4. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ	43
III. GIẢI THUẬT GIẢI THÍCH MÔ HÌNH	44
1. Tổng quan về trí tuệ nhân tạo trong y học	44
2. Giải thuật Grad-CAM	45
3. Giải thuật LIME	47
4. Lựa chọn giải thuật giải thích mô hình	49

IV. THIẾT KẾ THÀNH PHẦN DỮ LIỆU	50
1. Mô hình dữ liệu mức quan niệm (CDM)	50
2. Mô hình dữ liệu mức luận lý (LDM)	52
V. THIẾT KẾ THÀNH PHẦN XỬ LÝ	57
1. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 0).....	58
2. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 1).....	59
3. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 2).....	60
4. Sơ đồ chức năng.....	63
4.1. Quản lý chẩn đoán bệnh	63
4.2. Quản lý mô hình	64
4.3. Quản lý danh mục	65
CHƯƠNG IV. KIỂM THỬ VÀ ĐÁNH GIÁ.....	66
I. MỤC TIÊU KIỂM THỬ	66
II. KỊCH BẢN KIỂM THỬ	66
1. Kiểm thử các mô hình học sâu và khả năng làm rõ chi tiết ảnh	66
1.1. Cấu hình thực nghiệm.....	66
1.2. Cơ sở đánh giá kết quả	66
1.3. Kết quả thực nghiệm.....	68
2. Kịch bản kiểm thử chức năng của hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi	74
2.1. Chức năng: “Chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ”	74
2.2. Chức năng: “Chẩn đoán bệnh từ bác sĩ được mời”	77
III. KẾT QUẢ KIỂM THỬ	79
1. Kiểm thử mô hình học sâu	79
2. Kiểm thử hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi.....	80
PHẦN 3. KẾT LUẬN	81
I. KẾT LUẬN	81
1. Kết quả đạt được	81
2. Hạn chế	82
3. Khó khăn	83
II. HƯỚNG PHÁT TRIỂN	83
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	84
PHỤ LỤC	90
I. BẢNG PHÂN CÔNG CHI TIẾT	90
II. MÔ HÌNH DỮ LIỆU MỨC VẬT LÝ (PDM)	93
III. GIỚI THIỆU CÔNG CỤ, NGÔN NGỮ VÀ CÔNG NGHỆ	102
1. PYTHON	102
2. KERAS.....	102

3. FLASK	102
4. PHP	103
5. MYSQL.....	103
6. HTML, CSS, JAVASCRIPT, BOOTSTRAP	104
6.1. HTML.....	104
6.2. CSS	105
6.3. JAVASCRIPT.....	105
6.4. BOOTSTRAP	105
7. AJAX	105
8. XAMPP.....	106
9. LARAVEL FRAMEWORK	107
10. VISUAL STUDIO CODE	109
IV. GIỚI THIỆU HỆ THỐNG	110
1. Giao diện đăng nhập	110
2. Giao diện người dùng bác sĩ	110
2.1. Thêm bệnh nhân	111
2.2. Xem danh sách bệnh nhân	111
2.3. Xem hồ sơ chụp X-quang	112
2.4. Xem hồ sơ chi tiết chụp X-quang	113
2.5. Kết xuất hồ sơ chi tiết chụp X-quang	114
2.6. Chẩn đoán bệnh của bác sĩ	115
2.7. Mời bác sĩ chẩn đoán bệnh	116
2.8. Xem danh sách các trường hợp đã mời chẩn đoán	117
3. Giao diện người dùng bác sĩ được mời tham gia chẩn đoán.....	118
3.1. Xem danh sách các trường hợp mời chẩn đoán.....	118
3.2. Tìm kiếm trường hợp mời chẩn đoán	118
3.3. Chẩn đoán bệnh của bác sĩ được mời	119
4. Giao diện thống kê	120
5. Giao diện người dùng quản trị hệ thống (Admin)	122
5.1. Quản lý tham số	122
5.2. Quản lý loại mô hình	124
5.3. Quản lý mô hình	126
5.4. Quản lý người dùng	129
5.5. Quản lý loại học vị.....	133
5.6. Quản lý học vị.....	135
5.7. Quản lý nơi làm việc.....	137
5.8. Quản lý nơi cấp bằng	139

5.9. Quản lý chuyên ngành	141
5.10. Quản lý chuyên khoa	143
5.11. Quản lý loại bệnh.....	145
5.12. Quản lý bệnh.....	147
5.13. Quản lý tỉnh/thành phố	149
5.14. Quản lý quận/huyện.....	150
5.15. Quản lý phường/xã	152
V. MINH CHỨNG CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU	154

DANH MỤC HÌNH

Hình 1. Minh họa phổi bị viêm và phổi bình thường [23]	10
Hình 2. Minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người bị viêm phổi	11
Hình 3. Minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người bị tràn dịch màng phổi.....	12
Hình 4. Minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người có phổi bị mờ.....	13
Hình 5. Sơ đồ hoạt vụ quản lý đăng nhập	14
Hình 6. Sơ đồ hoạt vụ quản lý mô hình	15
Hình 7. Sơ đồ hoạt vụ quản lý chẩn đoán	15
Hình 8. Sơ đồ hoạt vụ quản lý dữ liệu danh mục.....	16
Hình 9. Mối tương quan giữa học sâu, máy học và trí tuệ nhân tạo	19
Hình 10. Minh họa quá trình phân loại hình ảnh giữa mắt người và máy tính.....	20
Hình 11. Mối tương quan giữa bộ não người và mô hình CNN	21
Hình 12. Mạng nơ-ron truyền thẳng đa tầng (MLP)	22
Hình 13. Mô hình mạng nơ-ron tích chập.....	23
Hình 14. Minh họa bộ lọc (filter)	25
Hình 15. Minh họa bộ đệm padding	26
Hình 16. Minh họa sai bước (Stride).....	26
Hình 17. Minh họa trượt bộ lọc ở lớp tích chập.....	28
Hình 18. Minh họa thao tác tích chập	28
Hình 19. Minh họa hàm ReLU.....	29
Hình 20. Minh họa feature map sau khi tinh chỉnh bằng ReLU	30
Hình 21. Mô tả hàm Softmax	30
Hình 22. Minh họa lớp Max-Pooling	31
Hình 23. Minh họa lớp Dropout.....	32
Hình 24. Minh họa lớp Flattening	32
Hình 25. Minh họa lớp Fully Connected	33
Hình 26. Minh họa bias	34
Hình 27. Kiến trúc mô hình ResNet50	36
Hình 28. Kiến trúc mô hình MobileNetV2 [39].....	36
Hình 29. Kiến trúc hệ thống chẩn đoán bệnh phổi.....	38
Hình 30. Sơ đồ quá trình huấn luyện mô hình CNN phân loại ảnh	39
Hình 31. Kiến trúc mô hình CNN phân loại ảnh	39
Hình 32. Sơ đồ quá trình huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi.....	40
Hình 33. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi	41

Hình 34. Sơ đồ quá trình huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi.....	42
Hình 35. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi	42
Hình 36. Sơ đồ quá trình huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ.....	43
Hình 37. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ.....	44
Hình 38. Cấu trúc của phổi	45
Hình 39. Phương pháp giải thích mô hình Grad-CAM. Các tính năng được sử dụng để phát hiện bệnh viêm phổi được đánh dấu trong bản đồ kích hoạt lớp.	47
Hình 40. Phương pháp giải thích mô hình LIME	48
Hình 41. Minh họa các giải thích của một hình ảnh mà mạng VGG16 thu được với trọng số ImageNet cho hình ảnh nửa con vịt, nửa con ngựa khi sử dụng LIME	49
Hình 42. Mô hình dữ liệu mức quan niệm (CDM) (Tiếng Việt)	50
Hình 43. Mô hình dữ liệu mức quan niệm (CDM) (Tiếng Anh)	51
Hình 44. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 0).....	58
Hình 45. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 1).....	59
Hình 46. DFD Cấp 2 phân rã ô xử lý Quản lý chẩn đoán	60
Hình 47. DFD Cấp 2 phân rã ô xử lý Quản lý mô hình	61
Hình 48. DFD Cấp 2 phân rã ô xử lý Quản lý dữ liệu danh mục	62
Hình 49. Sơ đồ chức năng tổng quan của hệ thống	63
Hình 50. Sơ đồ chức năng quản lý chẩn đoán bệnh.....	63
Hình 51. Sơ đồ chức năng quản lý mô hình.....	64
Hình 52. Sơ đồ chức năng quản lý danh mục	65
Hình 53. Đường cong ROC – AUC	67
Hình 54. Minh họa phương pháp đánh giá mô hình k-folds cross-validation	68
Hình 55. Đánh giá hiệu suất mô hình CNN để xuất phân loại bệnh viêm phổi.....	70
Hình 56. Đánh giá hiệu suất mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi	72
Hình 57. Đánh giá hiệu suất mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ	73
Hình 58. Kiểm thử chức năng chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ.....	74
Hình 59. Giao diện chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ	76
Hình 60. Giao diện mời bác sĩ chẩn đoán bệnh	76
Hình 61. Giao diện chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ	77
Hình 62. Kiểm thử chức năng hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi của bác sĩ	77
Hình 63. Logo Python	102
Hình 64. Logo PHP	103
Hình 65. Kiến trúc LAMP.....	103
Hình 66. Logo MySQL	104
Hình 67. Cách thức hoạt động của MySQL khi kết hợp với PHP	104

Hình 68. Logo các công cụ phát triển ứng dụng web	104
Hình 69. Sơ đồ hoạt động của Ajax	106
Hình 70. Giao diện kích hoạt phần mềm XAMPP.....	107
Hình 71. Giao diện công cụ quản trị cơ sở dữ liệu phpMyAdmin.....	107
Hình 72. Kiến trúc tổng quan vòng đời một Request của Laravel.....	108
Hình 73. Mô hình MVC trong Laravel	108
Hình 74. Giao diện lập trình của trình soạn thảo VSCode.....	109
Hình 75. Giao diện đăng nhập hệ thống.....	110
Hình 76. Giao diện trang người dùng Bác sĩ	110
Hình 77. Giao diện thêm bệnh nhân	111
Hình 78. Giao diện xem danh sách bệnh nhân.....	111
Hình 79. Giao diện hồ sơ chụp x-quang	112
Hình 80. Giao diện hồ sơ chi tiết chụp x-quang	113
Hình 81. Giao diện kết xuất hồ sơ chi tiết chụp X-quang.....	114
Hình 82. Giao diện chẩn đoán bệnh	115
Hình 83. Giao diện thể hiện kết quả chẩn đoán bệnh	116
Hình 84. Giao diện mời bác sĩ chẩn đoán bệnh	116
Hình 85. Giao diện xem danh sách các trường hợp đã mời chẩn	117
Hình 86. Giao diện xem danh sách các trường hợp mời chẩn đoán	118
Hình 87. Giao diện tìm kiếm trường hợp mời chẩn đoán theo khoảng thời gian	118
Hình 88. Giao diện chẩn đoán bệnh của bác sĩ được mời.....	119
Hình 89. Giao diện thống kê số bệnh nhân, số mô hình, số bác sĩ, số bệnh.....	120
Hình 90. Giao diện thống kê số bệnh nhân	121
Hình 91. Giao diện thống kê kết quả chẩn đoán giữa bác sĩ và mô hình.....	121
Hình 92. Giao diện trang chủ người dùng Admin	122
Hình 93. Giao diện thêm và xem danh sách tham số	122
Hình 94. Giao diện tìm kiếm tham số	123
Hình 95. Giao diện cập nhật tham số	123
Hình 96. Giao diện xóa tham số	124
Hình 97. Giao diện thêm và xem danh sách loại mô hình	124
Hình 98. Giao diện tìm kiếm loại mô hình	125
Hình 99. Giao diện cập nhật loại mô hình	125
Hình 100. Giao diện xóa loại mô hình	126
Hình 101. Giao diện thêm mô hình.....	126
Hình 102. Giao diện xem danh sách mô hình	127
Hình 103. Giao diện tìm kiếm mô hình	127
Hình 104. Giao diện cập nhật thông tin mô hình	128

Hình 105. Giao diện xóa mô hình	128
Hình 106. Giao diện thêm nhân viên	129
Hình 107. Giao diện xem danh sách nhân viên.....	130
Hình 108. Giao diện kết xuất danh sách nhân viên.....	130
Hình 109. Giao diện tìm kiếm nhân viên	131
Hình 110. Giao diện cập nhật thông tin nhân viên.....	132
Hình 111. Giao diện xóa nhân viên.....	132
Hình 112. Giao diện thêm và xem danh sách loại học vị.....	133
Hình 113. Giao diện tìm kiếm loại học vị.....	133
Hình 114. Giao diện cập nhật loại học vị.....	134
Hình 115. Giao diện xóa loại học vị	134
Hình 116. Giao diện thêm và xem danh sách học vị.....	135
Hình 117. Giao diện tìm kiếm học vị.....	135
Hình 118. Giao diện cập nhật học vị.....	136
Hình 119. Giao diện xóa học vị	136
Hình 120. Giao diện thêm nơi làm việc	137
Hình 121. Giao diện tìm kiếm nơi làm việc	137
Hình 122. Giao diện cập nhật nơi làm việc.....	138
Hình 123. Giao diện xóa nơi làm việc	138
Hình 124. Giao diện thêm và xem danh sách nơi cấp bằng	139
Hình 125. Giao diện tìm kiếm nơi cấp bằng	139
Hình 126. Giao diện cập nhật nơi cấp bằng	140
Hình 127. Giao diện xóa nơi cấp bằng.....	140
Hình 128. Giao diện thêm và xem danh sách chuyên ngành	141
Hình 129. Giao diện tìm kiếm chuyên ngành	141
Hình 130. Giao diện cập nhật chuyên ngành	142
Hình 131. Giao diện xóa chuyên ngành	142
Hình 132. Giao diện thêm và xem danh sách chuyên khoa	143
Hình 133. Giao diện tìm kiếm chuyên khoa	143
Hình 134. Giao diện cập nhật chuyên khoa	144
Hình 135. Giao diện xóa chuyên khoa	144
Hình 136. Giao diện thêm và xem danh sách loại bệnh.....	145
Hình 137. Giao diện tìm kiếm loại bệnh	145
Hình 138. Giao diện cập nhật loại bệnh.....	146
Hình 139. Giao diện xóa loại bệnh.....	146
Hình 140. Giao diện thêm và xem danh sách bệnh.....	147
Hình 141. Giao diện tìm kiếm bệnh	147

Hình 142. Giao diện cập nhật bệnh.....	148
Hình 143. Giao diện xóa bệnh.....	148
Hình 144. Giao diện thêm và xem danh sách tỉnh/thành phố	149
Hình 145. Giao diện cập nhật tỉnh/thành phố	149
Hình 146. Giao diện xóa tỉnh/thành phố	150
Hình 147. Giao diện thêm và xem danh sách quận/huyện.....	150
Hình 148. Giao diện cập nhật thông tin quận/huyện.....	151
Hình 149. Giao diện xóa thông tin quận/huyện	151
Hình 150. Giao diện thêm và xem danh sách phường/xã	152
Hình 151. Giao diện cập nhật phường/xã	152
Hình 152. Giao diện xóa thông tin phường/xã.....	153
Hình 153. Minh chứng bài báo số 01	154
Hình 154. Minh chứng bài báo số 02	155

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. Kế hoạch thực hiện	7
Bảng 2. Tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại ảnh.	17
Bảng 3. Tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại bệnh viêm phổi	17
Bảng 4. Tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại bệnh tràn dịch màng phổi	18
Bảng 5. Tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại bệnh phổi bị mờ.....	18
Bảng 6. So sánh kiến trúc giữa mô hình VGG16 và VGG 19	35
Bảng 7. Tổng hợp tham số mô hình CNN phân loại ảnh.....	40
Bảng 8. Tổng hợp tham số mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi.....	41
Bảng 9. Tổng hợp tham số mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi.....	43
Bảng 10. Tổng hợp tham số mô hình CNN phân loại phổi bị mờ	44
Bảng 11. Ràng buộc tham chiếu	55
Bảng 12. Tổng hợp kết quả các mô hình CNN để xuất phân loại bệnh viêm phổi...68	
Bảng 13. So sánh kết quả của mô hình CNN để xuất phân loại bệnh viêm phổi với các nghiên cứu liên quan khác	69
Bảng 14. Tổng hợp kết quả các mô hình CNN để xuất phân loại bệnh tràn dịch màng phổi	71
Bảng 15. So sánh kết quả của mô hình CNN để xuất phân loại bệnh tràn dịch màng phổi với các nghiên cứu liên quan khác	72
Bảng 16. Tổng hợp kết quả của mô hình CNN để xuất phân loại bệnh phổi bị mờ.73	
Bảng 17. Kiểm thử mô hình học sâu.....	79
Bảng 18. Kiểm thử hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi	80
Bảng 19. Bảng phân công công việc.....	90
Bảng 20. Bảng patient (bệnh nhân).....	93
Bảng 21. Bảng role (vai trò).....	93
Bảng 22. Bảng ward (phường/ xã)	94
Bảng 23. Bảng district (quận/ huyện)	94
Bảng 24. Bảng city (tỉnh/ thành phố)	94
Bảng 25. Bảng disease_type (loại bệnh)	94
Bảng 26. Bảng disease (bệnh)	95
Bảng 27. Bảng department (chuyên khoa)	95
Bảng 28. Bảng work_place (nơi làm việc).....	95
Bảng 29. Bảng employee (nhân viên)	96
Bảng 30. Bảng diploma_type (loại học vị)	96
Bảng 31. Bảng diploma (học vị)	97
Bảng 32. Bảng diploma_place (nơi cấp bằng)	97
Bảng 33. Bảng major (chuyên ngành)	97

Bảng 34. Bảng diploma_detail (bằng cấp)	98
Bảng 35. Bảng model_type (loại mô hình)	98
Bảng 36. Bảng model (mô hình)	99
Bảng 37. Bảng parameter (tham số)	99
Bảng 38. Bảng model_detail (chi tiết mô hình)	99
Bảng 39. Bảng input_image (ảnh chẩn đoán)	100
Bảng 40. Bảng diagnosis_model (kết quả chẩn đoán của mô hình)	100
Bảng 41. Bảng diagnosis_doctor (kết quả chẩn đoán của bác sĩ)	101
Bảng 42. Bảng employee_image (bác sĩ tham gia chẩn đoán)	101

DANH MỤC TỪ ĐIỂN - VIẾT TẮT – GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

STT	Từ viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
1	AI	Artificial Intelligence	Trí tuệ nhân tạo
2	ML	Machine Learning	Máy học
3	DL	Deep Learning	Học sâu
4	CNTT	Information Technology	Công nghệ thông tin
5	HTML	Hyper Text Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản
6	CSS	Cascading Style Sheet	Tập tin định kiểu theo tầng (mô tả cách trình bày các tài liệu viết bằng ngôn ngữ HTML và XHTML)
7	MVC	Model – View – Controller	Một mẫu kiến trúc phần mềm để tạo lập giao diện người dùng trên máy tính gồm 3 thành phần chính Mô hình – Khung nhìn – Bộ điều khiển
8	CDM	Conceptual Data Model	Mô hình dữ liệu mức quan niệm
9	LDM	Logical Data Model	Mô hình dữ liệu mức luận lý
10	PDM	Physical Data Model	Mô hình dữ liệu mức vật lý
11	DFD	Data Flow Diagram	Lưu đồ dòng dữ liệu
12	CNN	Convolution Neural Network	Mạng nơ-ron tích chập
13	ANN	Artificial Neural Network	Mạng nơ-ron nhân tạo
14	DNN	Deep Neural Network	Mạng nơ-ron sâu
15	MLP	Multi-layer Perceptron	Mạng nơ-ron truyền thẳng đa tầng
16	AE	Auto Encoder	Bộ mã hóa tự động
17		Convolutional Layer	Lớp tích chập
18		Pooling Layer	Lớp gộp/ lớp lấy mẫu
19		Dropout Layer	Lớp bỏ học
20		Flattening Layer	Lớp làm phẳng
21		Fully Connected Layer	Lớp kết nối đầy đủ
22		Activation Function	Hàm kích hoạt

23		Backpropagation	Lan truyền ngược
24	SQL	Structured Query Language	Ngôn ngữ truy vấn có cấu trúc
25	CXR	Chest X-ray	Ảnh X-quang ngực
26		Transfer Learning	Học chuyển giao
27		Data Augmentation	Tăng cường dữ liệu
28	LIME	Local Interpretable Model-Agnostic Explanations	Phương pháp giải thích mô hình bất khả tri có thể diễn giải cục bộ
29	Grad-CAM	Gradient-weighted Class Activation Mapping	Bản đồ kích hoạt lớp có trọng số Gradient
30	WHO	World Health Organization	Tổ chức y tế thế giới
31	ACC	Accuracy	Độ chính xác
32	AUC	Area Under The Curve	Biểu diễn mức độ phân loại của mô hình
33	ROC	Receiver Operating Characteristics	Một đường cong biểu diễn xác suất
34	ROI	Region of Interest	Khu vực quan tâm

TÓM TẮT

Trong bối cảnh phát triển mạnh mẽ của cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong lĩnh vực y khoa đang là vấn đề được quan tâm hàng đầu. Việc ứng dụng học sâu (Deep Learning) trong lĩnh vực y học để phát hiện bệnh đã đạt được những thành tựu đáng kể, đặc biệt là ứng dụng vào việc phát hiện bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang ngực (CXR). Mặc dù vậy, các nghiên cứu thường tập trung vào cải thiện độ chính xác của mô hình, nhưng chưa chú trọng vào việc làm rõ các chi tiết ảnh X-quang để giúp bác sĩ kết hợp giữa kiến thức y học của mình và sự hỗ trợ của mô hình học sâu để cho kết quả chẩn đoán chính xác hơn, cũng như chưa xây dựng hệ thống thông tin quản lý chẩn đoán bệnh phổi trong các bệnh viện ở nước ta. Chính vì vậy, đề tài “**Hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang**” được đề xuất, nhằm kết hợp mô hình mạng nơ-ron tích chập (CNN) và giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM) để xây dựng hệ thống hỗ trợ Bác sĩ chẩn đoán các bệnh phổi. Đề tài tập trung nghiên cứu xây dựng các mô hình CNN có độ chính xác cao và cải thiện thời gian chẩn đoán các bệnh phổi bằng cách thử nghiệm các độ đo khác nhau để đánh giá tính hiệu quả của các mô hình; xây dựng chức năng hỗ trợ làm rõ các chi tiết hình ảnh X-quang để giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh phổi chính xác hơn; và xây dựng hệ thống thông tin quản lý bác sĩ tham gia chẩn đoán, quản lý mô hình học sâu và quản lý các kết quả chẩn đoán của mô hình và các bác sĩ tham gia chẩn đoán.

Hệ thống được xây dựng trên nền Web với các công cụ, ngôn ngữ và công nghệ như sau: Laravel Framework; ứng dụng XAMPP; hệ quản trị cơ sở dữ liệu MySQL; ngôn ngữ lập trình PHP, HTML, CSS, Javascript, Bootstrap; Flask Framework tạo server API; ngôn ngữ lập trình Python với các thư viện như: keras, opencv, matplotlib... Ứng dụng một số phương pháp khác như phương pháp học chuyển giao (Transfer Learning), phương pháp tăng cường dữ liệu (Data Augmentation).

Kết quả đề tài chỉ mang tính thử nghiệm nhằm tạo ra một định hướng nghiên cứu có thể phát triển và triển khai thành các ứng dụng khả thi trong thực tế tại các bệnh viện, góp phần nâng cao kết quả chẩn đoán bệnh phổi của bác sĩ.

ABSTRACT

In the rapidly developing context of the fourth industrial revolution (Industry 4.0), the application of artificial intelligence in the medical field is a primary concern. The applications of deep learning (DL) in medicine have achieved remarkable achievements when applied to Chest X-ray (CXR) images for lung diseases diagnosis. However, scientists often concentrate on improving reasonable performance on prediction tasks but less consider to interpret the generated output from such deep learning algorithms as clarifying the details of X-ray images to help doctors combine their medical knowledge and support of the deep learning model to gain more accurate diagnosis results, as well as not building up information systems for managing and diagnosing lung diseases in hospitals in our country. Therefore, the thesis topic: “**Decision Support System for Lung Diseases Diagnosis based on Chest X-ray Images**”, to combine the Convolutional Neural Network model (CNN) and model interpretation algorithm (Grad-CAM) to construct a system for support doctors in diagnosing lung diseases. The thesis concentrates on building high-precision CNN models and improving the diagnostic time of lung diseases by testing different measures to evaluate the effectiveness of the models; building up the X-ray image clarification support function to help doctors diagnose lung disease more accurately; and building a management information system for doctors involved in diagnosing, manage deep learning models and manage the diagnostic results of the model and the doctors involved in diagnostics.

The system is constructed on the Web with the following tools, languages, and technologies: Laravel Framework; XAMPP application; MySQL database management system; PHP, HTML, CSS, Javascript, Bootstrap programming languages; Flask Framework creates a server API; Python programming language with libraries such as Keras, OpenCV, matplotlib... Applying other methods such as transfer learning method, data augmentation method.

The results of the project are only experimental to create a research orientation that can be developed and deployed into practical applications in hospitals, contributing to improving lung disease diagnosis by doctors.

PHẦN 1. GIỚI THIỆU

I. ĐẶT VĂN ĐỀ

Trong bối cảnh đại dịch COVID-2019 xuất phát từ một loại bệnh viêm phổi lây truyền nhanh chóng, đã gây ra hàng triệu ca tử vong và vẫn đang tiếp tục diễn biến phức tạp với các biến thể mới. Theo thống kê của WHO [1], hiện nay đã có hơn 82 triệu người được xác nhận nhiễm COVID-19, trong đó có hơn 1.8 triệu người tử vong trên toàn cầu. Vì vậy, viêm phổi nói riêng và các bệnh liên quan phổi nói chung là những căn bệnh nguy hiểm hiện nay trên thế giới.

Ngày nay, các bác sĩ chẩn đoán bệnh phổi bằng nhiều phương pháp như dựa vào các triệu chứng, tiền sử, kiểm tra lâm sàng hoặc cận lâm sàng như xét nghiệm máu, nuôi cấy đờm, đặc biệt là ảnh X-quang ngực (CXR). Ảnh X-quang là thành tựu to lớn trong việc thực hiện các chẩn đoán bệnh phổi nói riêng và trong lĩnh vực y học nói chung. Vì vậy, việc chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang là rất cần thiết nhằm phát hiện sớm và ngăn ngừa các biến chứng dẫn đến tử vong.

Mặc dù vậy, hình ảnh mà tia X tạo ra gồm hai màu đen và trắng nên có những trường hợp khó để phát hiện các vùng bị nhiễm bệnh bằng mắt thường của bác sĩ. Bên cạnh đó, việc chẩn đoán chính xác phụ thuộc chủ yếu vào trình độ và năng lực chuyên môn của bác sĩ. Hơn nữa, một số bệnh phổi như tràn dịch màng phổi, viêm phổi, ung thư phổi có triệu chứng và biểu hiện bệnh tương tự nên rất dễ nhầm lẫn và khó chẩn đoán chính xác. Chính vì vậy, việc áp dụng trí tuệ nhân tạo (AI) nói chung và học sâu (DL) nói riêng để chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang là một tiếp cận mới, nhằm hỗ trợ các bác sĩ đưa ra các kết quả chẩn đoán chính xác hơn. Tuy nhiên, việc ứng dụng học sâu trong chẩn đoán bệnh phổi không chỉ dừng lại ở việc xây dựng các mô hình chẩn đoán bệnh, mà còn phải xây dựng các giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM) để đảm bảo mô hình đề xuất là đáng tin cậy.

Trong Hội nghị Chuyển đổi số Y tế Quốc gia 2020 (30/12) tại Hà Nội, Phó Thủ tướng Vũ Đức Đam nêu lên quan điểm về ngành y tế nói chung và chuyển đổi số y tế, ngành y tế đã chú trọng ứng dụng CNTT. Tuy nhiên, muốn tận dụng lợi thế của cuộc cách mạng công nghệ 4.0, ông cho rằng: “Ngành y tế cần phải quyết tâm hơn nữa, thúc đẩy ứng dụng CNTT trong mọi ngõ ngách của cuộc sống, đồng thời cần nhận thức CNTT là công cụ hữu hiệu, không thể thiếu trong phòng bệnh, khám chữa bệnh”. Chính vì vậy, Bộ Y tế cần đẩy mạnh ứng dụng CNTT trong khám chữa bệnh, ứng dụng trí tuệ nhân tạo với mục tiêu quan trọng nhất của chuyển đổi số y tế là để phục vụ người dân tốt hơn, người dân tiếp cận được các dịch vụ y tế thuận lợi hơn, nâng cao chất lượng khám chữa bệnh [2].

Từ các vấn đề nêu trên, đề tài “**Hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang**” được đề xuất thực hiện. Hệ thống được xây dựng dựa trên sự kết hợp giữa mô hình học sâu nổi tiếng là mạng nơ-ron tích chập (CNN) và giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM) để hỗ trợ bác sĩ chẩn đoán các bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang ngực được chính xác hơn.

II. TÓM TẮT LỊCH SỬ GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Trong thời gian qua, nhiều nhà khoa học đã đề xuất nhiều mô hình học sâu trên cơ sở mô hình CNN trong việc phân loại bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang. Các kết quả nghiên cứu có thể điểm qua như sau:

- O. Stephen và nhóm nghiên cứu [4] sử dụng CNN tổng số 19 lớp với 300 dữ liệu được áp dụng tăng cường dữ liệu theo 7 cách khác nhau như thay đổi tỷ lệ, xoay, dịch chuyển theo chiều rộng, dịch chuyển độ cao, phạm vi cắt, phạm vi thu phóng và lật ngang. Mô hình của họ đạt kết quả phân loại có độ chính xác trung bình là 93.012%.

- Năm 2018, A. Donthi và các tác giả khác [5] đã phân loại 2 lớp hình ảnh X-quang phổi bình thường và bất thường bằng cách áp dụng mô hình CNN nhưng không được giải thích chi tiết về mô hình và độ chính xác là 78.90%.

- D. Y. Urey cùng các nhà nghiên cứu [6] đã sử dụng CNN và Residual Network để phân loại 2 lớp hình ảnh X-quang phổi. CNN đã được sửa đổi với 6 kịch bản và kết quả đạt độ chính xác 78.73%.

- A. Saraiva và nhóm nghiên cứu [8] đã sử dụng 5863 ảnh X-quang mô hình CNN đạt độ chính xác là 95.30% có 27 lớp bao gồm một lớp đầu vào, 7 lớp tích chập, 9 ReLU, 2 batch normalization, 1 flatten, 2 dense, dropout 0.6 và 0.4, 2 Softmax.

- J. Rubin và các tác giả khác [9] đã phát triển một mô hình DualNet CNN thực nghiệm trên tập dữ liệu MIMIC-CXR đạt được AUC trung bình lần lượt là 72% và 68.8% cho PA và AP. Tập dữ liệu được chia thành các 70% tập train, 20% test và 10% validation đồng thời áp dụng các phương pháp cải thiện hiệu suất mô hình như tăng cường dữ và chuẩn hóa pixel.

- P. Lakhani và cộng sự [10] xây dựng một mô hình CNN để phân loại bệnh lao phổi. Tập dữ liệu được chia thành 68% train, 14.9% test và 17.1% validation. Các kỹ thuật áp dụng như tăng cường dữ liệu, tiền xử lý dữ liệu và các mô hình AlexNet [11] và GoogleNet [12]. Mô hình tốt nhất đạt được AUC 99%, độ chính xác 100% và recall 97.3%.

- Mô hình AG-CNN được phát triển bởi Q. Guan và các tác giả khác [13] để nhận biết bệnh lồng ngực với tập dữ liệu ChestX-ray14 đạt AUC là 86.80%.

- Một nghiên cứu từ phòng thí nghiệm máy học của Đại học Stanford [7] thực hiện bởi P. Rajpurkar và các nhà nghiên cứu đã đề xuất kiến trúc học sâu CheXNet với 121 lớp tích chập để phát hiện bệnh viêm phổi. Mô hình được đánh giá trên một tập dữ liệu lớn ChestX-ray14 [3] bao gồm hơn 100.000 hình ảnh X-quang phổi với 14 bệnh. Họ đã thay đổi kích thước các ảnh gốc thành 224×224 và áp dụng phương pháp ánh xạ ngang ngẫu nhiên trước khi huấn luyện mô hình.

- Ngoài ra, các nhà nghiên cứu [14] đã đánh giá hiệu suất của Mạng nơ-ron dữ (ResNet) [15] trên một số bệnh bằng cách sử dụng bộ dữ liệu ChestX-ray14 cho các tác vụ phân loại bệnh.

- Áp dụng Laplacian of Gaussian (LoG) để cải thiện hiệu suất của mạng nơ-ron tích chập [16] các hình ảnh gốc được giảm kích thước xuống 96×96 trước khi huấn luyện và kiểm tra. Hiệu suất của mô hình học sâu được đánh giá dựa trên việc phát hiện trong hình ảnh X-quang và kết quả đạt được tốt hơn so với AlexNet [11] và GoogleNet [12].

- Các tác giả [17] đã đề xuất một cách hỗ trợ chẩn đoán bệnh với các mô hình được huấn luyện và phương pháp bản đồ kích hoạt lớp Gradient (Grad-CAM) [18]. Nhưng hiệu suất của Grad-CAM phụ thuộc vào kết quả các mô hình.

- Các tác giả trong [19] đã đề xuất học bán giám sát để phân tích hình ảnh bệnh lý CT của não và ngực. Nghiên cứu này đạt được hiệu suất cao hơn so với mạng nơ-ron tích chập (CNN).

- Nghiên cứu trong [20] là phát hiện những bất thường và đánh giá sự thay đổi kết quả trên ảnh X-quang nối tiếp từ 724 bệnh nhân. Với phương pháp này, 02 bác sĩ X-quang đánh giá tất cả các hình ảnh để tìm bất thường, 04 bác sĩ X-quang kiểm tra và đánh giá sự hiện diện của các bất thường trên X-quang.

- Các nhà nghiên cứu [21] đã phát hiện ra bệnh bụi phổi từ hình ảnh X-quang ngực bằng mô hình CNN sử dụng bộ dữ liệu chứa 1881 hình ảnh được thu thập từ các đối tượng đã làm việc trong môi trường bụi bẩn. Hơn nữa, các bác sĩ X đã tham gia vào nghiên cứu này và so sánh hiệu suất của họ với CNN. Kết quả cho thấy CNN đã hoạt động tốt và có thể là một giải pháp trong việc sàng lọc bệnh bụi phổi.

Phần lớn các nghiên cứu nêu trên tập trung vào mô hình học sâu dựa trên mô hình CNN để chẩn đoán bệnh phổi nhưng chưa chú trọng kết hợp các giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM) để hỗ trợ bác sĩ chẩn đoán các bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang ngực được chính xác hơn.

III. MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

Mục tiêu chính của đề tài này là xây dựng “**Hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang**”, có kết hợp kiến trúc mạng nơ-ron tích chập (CNN) và giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM) để chẩn đoán các bệnh phổi.

Các mục tiêu cụ thể là:

- Xây dựng các mô hình chẩn đoán bệnh phổi dựa trên CNN với các tập dữ liệu ảnh X-quang có độ chính xác cao và cải thiện thời gian chẩn đoán bằng cách thử nghiệm các độ đo khác nhau để đánh giá tính hiệu quả của các mô hình.
- Nghiên cứu các giải thuật làm rõ chi tiết ảnh X-quang (Grad-CAM, LIME) để ứng dụng vào hệ thống giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh phổi chính xác hơn.
- Xây dựng hệ thống thông tin quản lý bác sĩ tham gia chẩn đoán, quản lý các mô hình học sâu và quản lý các kết quả chẩn đoán của mô hình và bác sĩ tham gia chẩn đoán.

IV. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu chính của đề tài là các mô hình CNN hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi, tập dữ liệu ảnh X-quang phổi và giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM).

2. Phạm vi nghiên cứu

Đề tài tập trung nghiên cứu ba mô hình học sâu để chẩn đoán ba bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang: viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ. Với từng bệnh, mô hình cần xác định có bệnh hoặc không bệnh, đồng thời kết hợp sử dụng giải thuật Grad-CAM để giải thích mô hình.

Xây dựng hệ thống thông tin quản lý bác sĩ tham gia chẩn đoán, quản lý mô hình học sâu và quản lý các kết quả chẩn đoán của mô hình và bác sĩ tham gia chẩn đoán bệnh phổi.

V. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu của đề tài được tiến hành gồm ba nội dung chính: nghiên cứu tài liệu, khảo sát thực tế và thực nghiệm.

- Nghiên cứu tài liệu:

- + Nghiên cứu tổng quan về mô hình CNN trong chẩn đoán bệnh phổi thông qua các bài báo khoa học.
- + Nghiên cứu các giải thuật giải thích mô hình như: Grad-CAM, LIME.
- + Nghiên cứu các tài liệu về bệnh phổi.

- **Khảo sát thực tế:**

- + Thu thập dữ liệu huấn luyện mô hình học sâu.
- + Khảo sát thực tế dữ liệu ảnh X-quang ngực tại một bệnh viện tại Thành phố Cần Thơ.

- **Thực nghiệm:**

- + Xây dựng ba mô hình để chẩn đoán ba bệnh: viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ dựa trên mô hình CNN.
- + Ứng dụng giải thuật giải thích mô hình để làm rõ các chi tiết ảnh X-quang hỗ trợ bác sĩ trong chẩn đoán bệnh phổi.
- + Phân tích, xây dựng yêu cầu cho hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang.
- + Thiết kế thành phần dữ liệu của hệ thống
- + Thiết kế thành phần xử lý của hệ thống
- + Lập trình phát triển hệ thống
- + Xây dựng tập dữ liệu demo
- + Kiểm thử hệ thống

VI. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

- **Nghiên cứu lựa chọn và xây dựng mô hình học sâu phù hợp để ứng dụng chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang ngực**
 - + Nghiên cứu mô hình CNN.
 - + Nghiên cứu các bài báo khoa học liên quan đến việc xây dựng mô hình học sâu để hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên hình ảnh X-quang.
 - + Nghiên cứu các độ đo (Accuracy, AUC) hiệu suất phân loại của mô hình học sâu.
 - + Nghiên cứu lựa chọn và xây dựng mô hình học sâu để hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi (viêm phổi, tràn dịch màng phổi, phổi bị mờ) dựa trên hình ảnh X-quang.
- **Nghiên cứu các chức năng hỗ trợ làm rõ các chi tiết ảnh X-quang để giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh chính xác**
 - + Tìm hiểu chuyên môn, nghiệp vụ của bác sĩ trong việc chẩn đoán bệnh phổi dựa trên hình ảnh X-quang.
 - + Nghiên cứu lựa chọn một trong hai giải thuật giải thích mô hình Grad-CAM và LIME.
- **Nghiên cứu xây dựng hệ thống thông tin quản lý kết quả chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ**

- + Nghiên cứu xây dựng ba mô hình để chẩn đoán ba bệnh: viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ.
- + Nghiên cứu ứng dụng giải thuật giải thích mô hình để làm rõ các chi tiết hình ảnh hỗ trợ bác sĩ trong chẩn đoán bệnh phổi.
- + Nghiên cứu xây dựng hệ thống thông tin quản lý kết quả chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ.
 - o Xây dựng yêu cầu nghiệp vụ của hệ thống
 - o Thiết kế thành phần dữ liệu quản lý dữ liệu danh mục, quản lý dữ liệu mô hình và quản lý kết quả chẩn đoán
 - o Thiết kế thành phần xử lý của hệ thống
 - o Thiết kế giao diện người-máy
 - o Phát triển hệ thống
 - o Thu thập dữ liệu kiểm thử
 - o Kiểm thử hệ thống
- **Nghiên cứu sử dụng công cụ, ngôn ngữ và công nghệ**
 - + Nghiên cứu quy trình thiết kế website và xây dựng trên nền tảng đa giao diện
 - + Tìm hiểu trình soạn thảo Visual Studio Code và Jupyter Notebook
 - + Nghiên cứu ứng dụng XAMPP tạo Web server gồm các thành phần quan trọng như MySQL, Apache, PHP.
 - + Tìm hiểu ngôn ngữ lập trình xây dựng website như PHP, HTML, CSS, Javascript, Bootstrap.
 - + Tìm hiểu Framework Laravel
 - + Tìm hiểu Framework Flask tạo server API
 - + Nghiên cứu các giải thuật máy học/ học sâu như ngôn ngữ lập trình Python với các thư viện như: keras, opencv, matplotlib, numpy...

VII. NHỮNG ĐÓNG GÓP CHÍNH CỦA ĐỀ TÀI

Về mặt khoa học, đề tài đã đề xuất hai bài báo được chấp nhận đăng ở các hội thảo/tạp chí quốc tế uy tín được chỉ mục trong Scopus, Scimago:

(1) Clinical Decision Support Systems for Pneumonia Diagnosis using Gradient-weighted Class Activation Mapping and Convolutional Neural Networks. The Second International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence - AICI 2021 (Hình 153).

(2) Pleural Effusion Diagnosis using Local Interpretable Model-agnostic Explanations and Convolutional Neural Network. IEIE Transactions on Smart Processing and Computing (Hình 154).

Về mặt thực tiễn, đề tài đề xuất một tiếp cận trong hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang. Đề tài xây dựng được ba mô hình học sâu (CNN) để chẩn đoán bệnh: viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ. Đặc biệt là đã ứng dụng giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM) trong việc làm rõ chi tiết ảnh X-quang. Điều này giúp nâng cao độ chính xác cho kết quả chẩn đoán bệnh phổi đồng nghĩa với việc chất lượng điều trị cho bệnh nhân, làm giảm thiểu số ca tử vong trong bệnh phổi.

Qua thực hiện đề tài giúp cho nhóm nghiên cứu mở rộng kiến thức máy học, có khả năng ứng dụng máy học vào hệ thống thông tin, đặc biệt là nâng cao kỹ năng phân tích, thiết kế và phát triển ứng dụng.

VIII. KẾ HOẠCH THỰC HIỆN

Bảng 1. Kế hoạch thực hiện

Nội dung thực hiện	09/2020	10/2020	11/2020	12/2020
1- Nghiên cứu lựa chọn và xây dựng mô hình học sâu phù hợp để ứng dụng chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang ngực				
- Nghiên cứu mô hình CNN				
- Nghiên cứu các bài báo khoa học liên quan đến việc xây dựng mô hình học sâu để hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên hình ảnh X-quang.				
- Nghiên cứu các độ đo (Accuracy, AUC) hiệu suất phân loại của mô hình học sâu.				
- Nghiên cứu lựa chọn và xây dựng mô hình học sâu để hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi (viêm phổi, tràn dịch màng phổi, phổi bị mờ) dựa trên hình ảnh X-quang.				
2- Nghiên cứu các chức năng hỗ trợ làm rõ các chi tiết ảnh X-quang để giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh chính xác				
- Tìm hiểu chuyên môn, nghiệp vụ của bác sĩ trong việc chẩn đoán bệnh phổi dựa trên hình ảnh X-quang.				
- Nghiên cứu lựa chọn một trong hai giải thuật giải thích mô hình Grad-CAM và LIME.				
3- Nghiên cứu sử dụng công cụ, ngôn ngữ và công nghệ				
- Nghiên cứu quy trình thiết kế website và xây dựng trên nền tảng đa giao diện				
- Tìm hiểu trình soạn thảo Visual Studio Code và Jupyter Notebook				

- Nghiên cứu ứng dụng XAMPP tạo Web server gồm các thành phần quan trọng như MySQL, Apache, PHP.			
- Tìm hiểu ngôn ngữ lập trình xây dựng website như PHP, HTML, CSS, Javascript, Bootstrap.			
- Tìm hiểu Framework Laravel			
- Tìm hiểu Framework Flask tạo server API			
- Nghiên cứu các giải thuật máy học/ học sâu như ngôn ngữ lập trình Python với các thư viện như: keras, opencv, matplotlib, numpy			
4- Nghiên cứu xây dựng hệ thống thông tin quản lý kết quả chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ			
- Nghiên cứu xây dựng ba mô hình để chẩn đoán ba bệnh: viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ.			
- Nghiên cứu ứng dụng giải thuật giải thích mô hình để làm rõ các chi tiết hình ảnh hỗ trợ bác sĩ trong chẩn đoán bệnh phổi.			
- Nghiên cứu xây dựng hệ thống thông tin quản lý kết quả chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ.			
+ Xây dựng yêu cầu nghiệp vụ của hệ thống			
+ Thiết kế thành phần dữ liệu quản lý dữ liệu danh mục, quản lý dữ liệu mô hình và quản lý kết quả chẩn đoán			
+ Thiết kế thành phần xử lý của hệ thống			
+ Thiết kế giao diện người-máy			
+ Phát triển hệ thống			
+ Thu thập dữ liệu kiểm thử			
+ Kiểm thử hệ thống			
5- Viết báo cáo luận văn			

Bảng phân công công việc chi tiết được trình bày tại mục PHỤ LỤC I (trang 90).

IX. BỐ CỤC CỦA QUYỀN LUẬN VĂN

Bố cục của quyền báo cáo luận văn gồm có 3 phần chính như sau:

1. Phần giới thiệu

Bao gồm các nội dung:

- Đặt vấn đề
- Tóm tắt lịch sử giải quyết vấn đề
- Mục tiêu đề tài
- Đối tượng và phạm vi nghiên cứu
- Phương pháp nghiên cứu
- Nội dung nghiên cứu
- Những đóng góp chính của đề tài
- Kế hoạch thực hiện
- Bố cục quyền luận văn

2. Phần nội dung

Bao gồm các chương sau:

- Chương 1: Mô tả bài toán
- Chương 2: Cơ sở lý thuyết học sâu
- Chương 3: Thiết kế và cài đặt giải pháp
- Chương 4: Kiểm thử và đánh giá

3. Phần kết luận

Bao gồm các nội dung:

- Kết luận
- Hướng phát triển

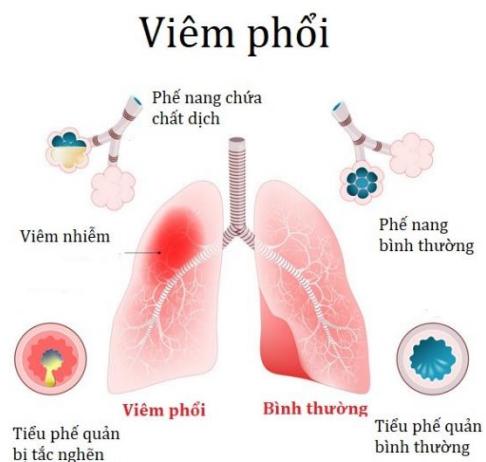
PHẦN 2. NỘI DUNG

CHƯƠNG I. MÔ TẢ BÀI TOÁN

I. MÔ TẢ BỆNH PHỔI

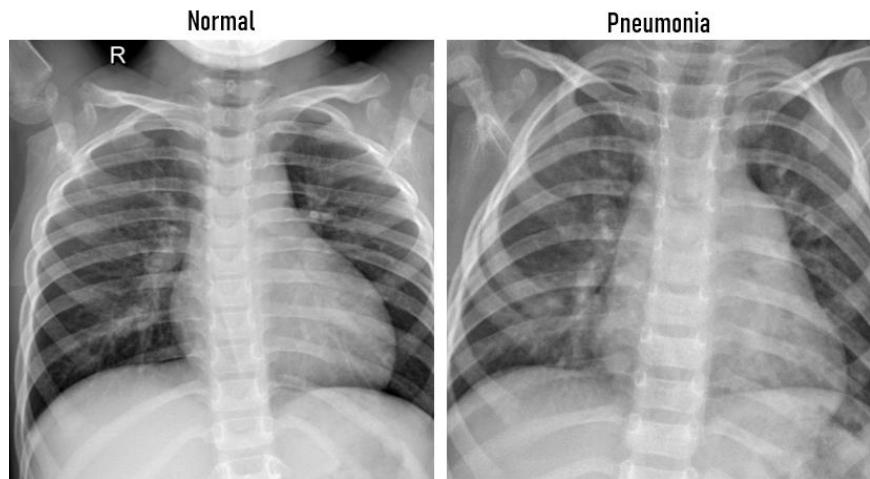
1. Viêm phổi (Pneumonia)

Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) [1], viêm phổi là một trong những bệnh truyền nhiễm gây tử vong nhiều nhất trên toàn thế giới gây ra 50 nghìn ca tử vong mỗi năm. Tỷ lệ mắc chung của viêm phổi cộng đồng (VPCĐ) khoảng 5,16 - 6,11/1000 người trong năm và tăng theo tuổi, nam gấp nhiều hơn nữ. Tại Việt Nam, theo ghi nhận tại Bệnh viện Bạch Mai, trong số 3606 bệnh nhân được điều trị tại khoa Hô Hấp từ 1996-2000, có 345 (9,57%) bệnh nhân được chẩn đoán viêm phổi, đứng thứ 4 trong số các bệnh lý hô hấp nhập viện [22]. Ngày nay, dù đã có nhiều kháng sinh mới nhưng viêm phổi vẫn là một trong nguyên nhân hàng đầu gây tử vong ở nhiều nước trên thế giới. Viêm phổi là tình trạng nhiễm trùng của nhu mô bao gồm viêm phế nang, ống và túi phế nang, tiểu phế quản tận hoặc viêm tổ chức kẽ của phổi được trình bày trong Hình 1. Phổi khi mắc bệnh sẽ chứa đầy chất lỏng tạo ra âm thanh khác với phổi khỏe mạnh bình thường. Viêm phổi mắc phải ở cộng đồng bao gồm các nhiễm khuẩn phổi xảy ra ở ngoài bệnh viện, biểu hiện bằng viêm phổi thùy, viêm phổi đốm hoặc viêm phổi không điển hình, do vi khuẩn, vi rút, nấm và một số tác nhân khác. Ngoài ra, các nguyên nhân mắc bệnh bao gồm xơ nang, bệnh phổi tắc nghẽn mãn tính, hen suyễn, tiểu đường, suy tim, tiền sử hút thuốc, sau đột quy và hệ miễn dịch yếu. Viêm phổi khó chẩn đoán vì nhiều triệu chứng tương tự với các bệnh khác, chẳng hạn như cảm lạnh thông thường, viêm phế quản và hen suyễn.



Hình 1. Minh họa phổi bị viêm và phổi bình thường [23]

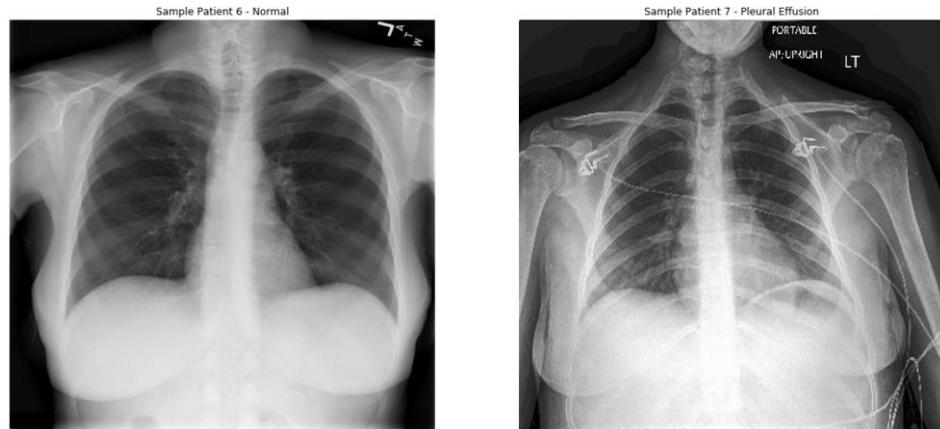
Như đã đề cập, viêm phổi (Hình 1) là một bệnh nhiễm trùng phổi có thể do vi khuẩn, vi rút hoặc nấm gây ra. Do nhiễm trùng và phản ứng miễn dịch của cơ thể, các túi trong phổi (gọi là phế nang) chứa đầy chất lỏng thay vì không khí. Lý do mà các vết mờ ở phổi liên quan đến viêm phổi trông lan tỏa trên phim X-quang phổi là do nhiễm trùng và chất lỏng tích tụ lan rộng trong đường thở, không có biên giới rõ ràng nơi sự lây nhiễm dừng lại. Điều đó khác với các bệnh khác như khối u, hoàn toàn khác với phổi bình thường và không duy trì cấu trúc bình thường của đường thở bên trong phổi. Ví dụ minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người bị viêm phổi được thể hiện chi tiết trong (Hình 2).



Hình 2. Minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người bị viêm phổi

2. Tràn dịch màng phổi (Pleural Effusion)

Ngoài bệnh viêm phổi, tràn dịch màng phổi là một trong những bệnh về phổi phổ biến nhất. Tràn dịch màng phổi là sự gia tăng chất lỏng giữa hai màng bao bọc phổi sống tách biệt với phổi từ thành ngực cho thấy sự mất cân bằng giữa sự hình thành và loại bỏ dịch màng phổi. Lượng dịch thường xuyên được dàn trải mỏng khắp phủ tạng và màng phổi thành có vai trò như chất bôi trơn giữa hai màng. Nói cách khác, tràn dịch màng phổi chính là tình trạng tăng đáng kể lượng dịch màng phổi ngăn chặn dòng oxy. Một số triệu chứng thông thường nhất của tràn dịch màng phổi là đau ngực và viêm màng phổi và xuất hiện khó thở khi nằm tùy vào lượng dịch trong khoang màng phổi (Nếu thể tích dịch trên 2 lít gây khó thở nhiều, lượng dịch màng phổi tăng nhanh gây khó thở cấp tính). Có nhiều nguyên nhân gây ra tràn dịch màng phổi do suy tim và thận, lượng albumin trong máu thấp, nhiễm trùng, thuyên tắc phổi và các khối u ác tính. Tùy vào từng nguyên nhân gây bệnh mà biểu hiện của bệnh sẽ khác nhau có thể lành tính, ác tính, tái phát nhiều lần thậm chí có thể gây tử vong. Tràn dịch màng phổi là biểu hiện nổi bật nhất của COVID-19.



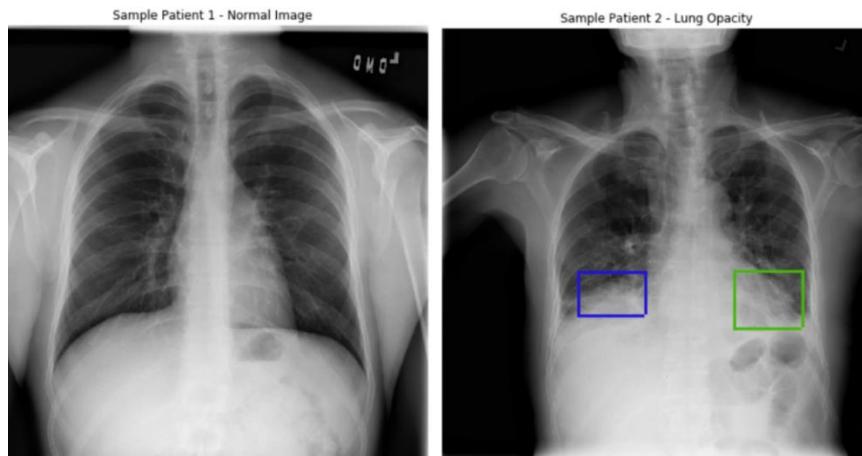
Hình 3. Minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người bị tràn dịch màng phổi

Hình 3 minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người bị tràn dịch màng phổi cho thấy phần dưới phổi phải của bệnh nhân (mẫu 7) (phổi phải ở phía bên trái của hình ảnh) cao hơn so với hình ảnh bình thường đây được gọi là tràn dịch màng phổi. Nguyên nhân là do sự tích tụ chất lỏng trong lòng ngực bên ngoài phổi. Điều này làm cho phổi trông nhỏ hơn trên phim chụp X-quang phổi.

3. Phổi bị mờ (Lung Opacity)

Độ mờ đục của phổi là sự giảm tỷ lệ khí và mô mềm (máu, nhu mô phổi và mô đệm) trong phổi. Vết mờ (hình mờ) ở phổi là một trong những dạng tổn thương thường gặp. Có nhiều dạng đục phổi khác nhau, dễ dàng được phân loại thành dạng rộng, dạng nốt, dạng lưới hoặc dạng nang. Tùy từng tình trạng bệnh cụ thể mà tổn thương có thể thấy là mờ toàn bộ một phần phổi, nốt mờ 1 – 10 mm, đóm mờ 1 – 3 cm hay đám mờ (hình mờ có kích thước 3 – 10 cm). Khi xem xét khu vực tăng độ mờ (độ mờ) trên phim X-quang hoặc CT ngực, điều quan trọng là xác định vị trí của độ mờ. Độ mờ đục là chỉ bất kỳ khu vực nào ưu tiên làm suy giảm chùm tia X và do đó có vẻ mờ hơn khu vực xung quanh. Bất kỳ vùng nào trên X-quang ngực có màu trắng nhiều hơn mức bình thường.

Chụp X-quang phổi có vết mờ nghĩa là hình ảnh phổi bất thường, có vết mờ khác với phổi bình thường. Qua ảnh chụp thì chưa thể xác định vết mờ phổi là do đâu, có thể là vết sẹo sau khi nhu mô phổi bị nhiễm trùng, hoặc chất kích thích có trong không khí, ung thư phổi. Hiện nay, chụp X-quang phổi khá phổ biến, không chỉ chẩn đoán vết mờ ở phổi mà còn kiểm tra đánh giá bệnh lý. Khi phát hiện vết mờ phổi, đầu tiên cần xác định phân tích hình thái vết mờ phổi như: kích thước, đường bờ, hình dạng,... kết hợp với tiền sử bệnh lý, hút thuốc, làm việc để đánh giá cơ mắc bệnh.



Hình 4. Minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người có phổi bị mờ

Hình 4 minh họa ảnh X-quang phổi giữa người bình thường và người có phổi bị mờ bằng việc so sánh các hình ảnh của bệnh nhân (mẫu 1) và bệnh nhân (mẫu 2), có thể thấy rằng viền dưới phổi của bệnh nhân (mẫu 2) bị che khuất bởi độ mờ. Trong hình ảnh của bệnh nhân (mẫu 1), có thể thấy sự khác biệt rõ ràng giữa phổi màu đen và mô bên dưới nó, và trong hình ảnh của bệnh nhân (mẫu 2) chỉ có phần mờ này. Thông thường phổi chứa đầy không khí, khi ai đó bị viêm phổi, không khí trong phổi được thay thế bằng vật chất khác như chất lỏng, vi khuẩn, tế bào của hệ thống miễn dịch, ... Đó là lý do tại sao các vùng đục là những vùng có màu xám nhưng lại có màu đen hơn có thể hiểu rằng mô phổi ở khu vực đó có thể không khỏe mạnh. Trong các hình ảnh độ mờ của phổi, có thể thấy rằng có hơi mờ (độ mờ kính nền - ground glass opacity) và hoặc làm mất các ranh giới thông thường của phổi (gọi là hợp nhất - consolidation) được khoanh vùng thể hiện ở mẫu 2.

II. ĐẶC TẢ YÊU CẦU

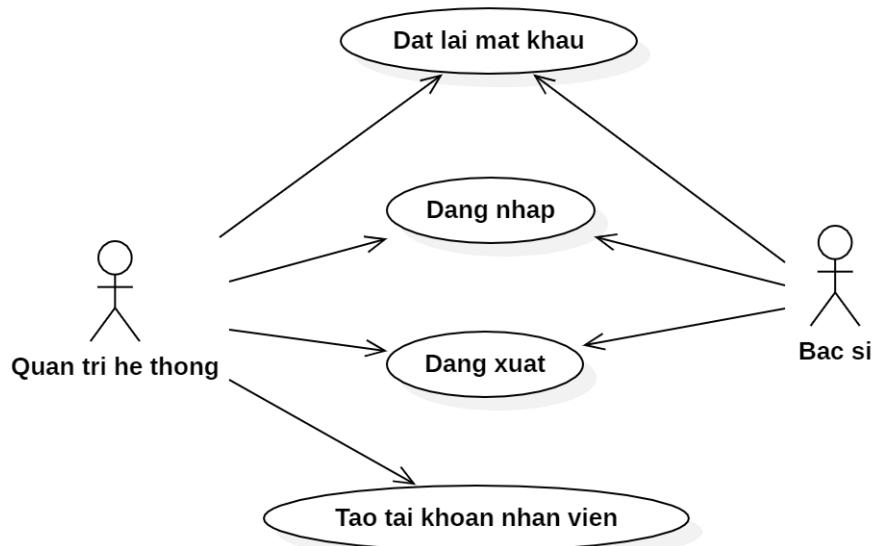
Trong những năm gần đây, sự phát triển nhanh trong việc ứng dụng các công nghệ vào lĩnh vực chẩn đoán bệnh phổi đã góp phần cải thiện kết quả chẩn đoán bệnh phổi chính xác hơn. Đặc biệt là chẩn đoán bệnh phổi dựa trên hình ảnh, cụ thể là ảnh X-quang và ảnh chụp cắt lớp vi tính (CT). Trong đó, việc chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang phổi là việc làm đơn giản và ít tốn kém hơn nhiều so với chẩn đoán dựa trên ảnh CT. Qua tìm hiểu thực tế cho thấy, bác sĩ chỉ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh CT chỉ khi không thể chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang của bệnh nhân. Điều này đặt ra vấn đề là cần ứng dụng các mô hình học sâu vào xây dựng hệ thống hỗ trợ bác sĩ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang, đặc biệt là nghiên cứu đưa giải thuật làm rõ các chi tiết hình ảnh X-quang vào hệ thống để giúp bác sĩ sớm phát hiện bệnh phổi trước khi dùng đến ảnh CT, nhằm giúp bệnh nhân giảm thiểu chi phí điều trị.

Từ vấn đề đặt ra ở trên, đề tài tập trung thực hiện các nội dung sau:

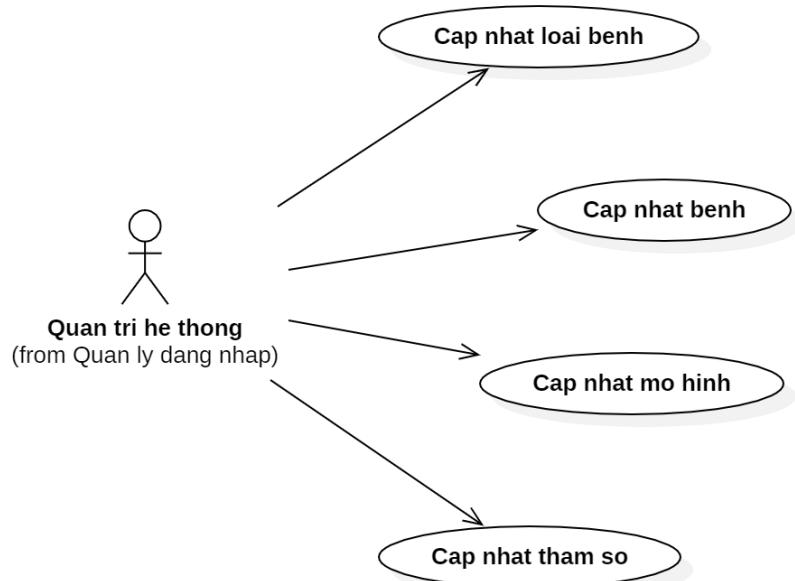
- Xây dựng các mô hình CNN hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi có độ chính xác cao với thời gian chẩn đoán tốt nhất có thể bằng cách thử nghiệm các độ đo khác nhau để đánh giá tính hiệu quả của các mô hình.
- Xây dựng chức năng hỗ trợ làm rõ các chi tiết hình ảnh X-quang để giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh phổi chính xác hơn.
- Xây dựng hệ thống thông tin quản lý bác sĩ tham gia chẩn đoán, quản lý mô hình học sâu và quản lý các kết quả chẩn đoán bệnh phổi.

Về tác nhân tương tác với hệ thống gồm có người quản trị hệ thống và các bác sĩ chẩn đoán hình ảnh. Các sơ đồ hoạt vụ (use-case diagram) mô tả tổng quan các hoạt vụ (use-case) của hệ thống được trình bày như bên dưới:

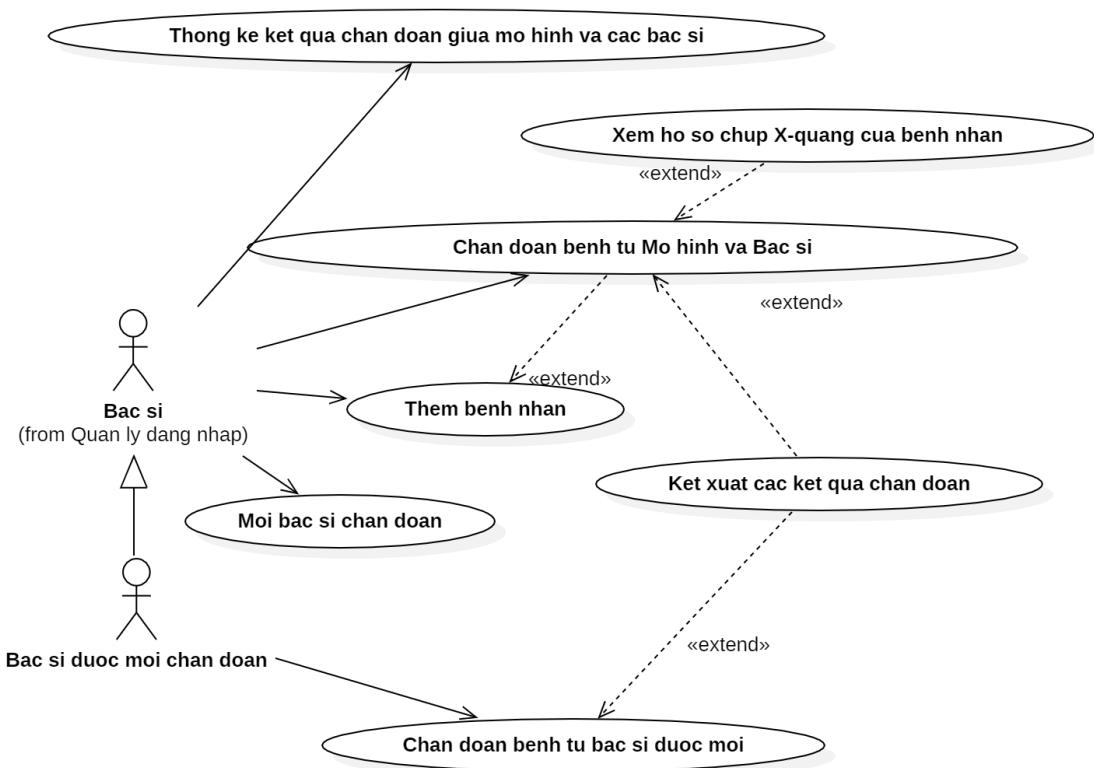
- Sơ đồ hoạt vụ quản lý đăng nhập được trình bày trong Hình 5.
- Sơ đồ hoạt vụ quản lý mô hình được trình bày trong Hình 6.
- Sơ đồ hoạt vụ quản lý chẩn đoán được trình bày trong Hình 7.
- Sơ đồ hoạt vụ quản lý dữ liệu danh mục được trình bày trong Hình 8.



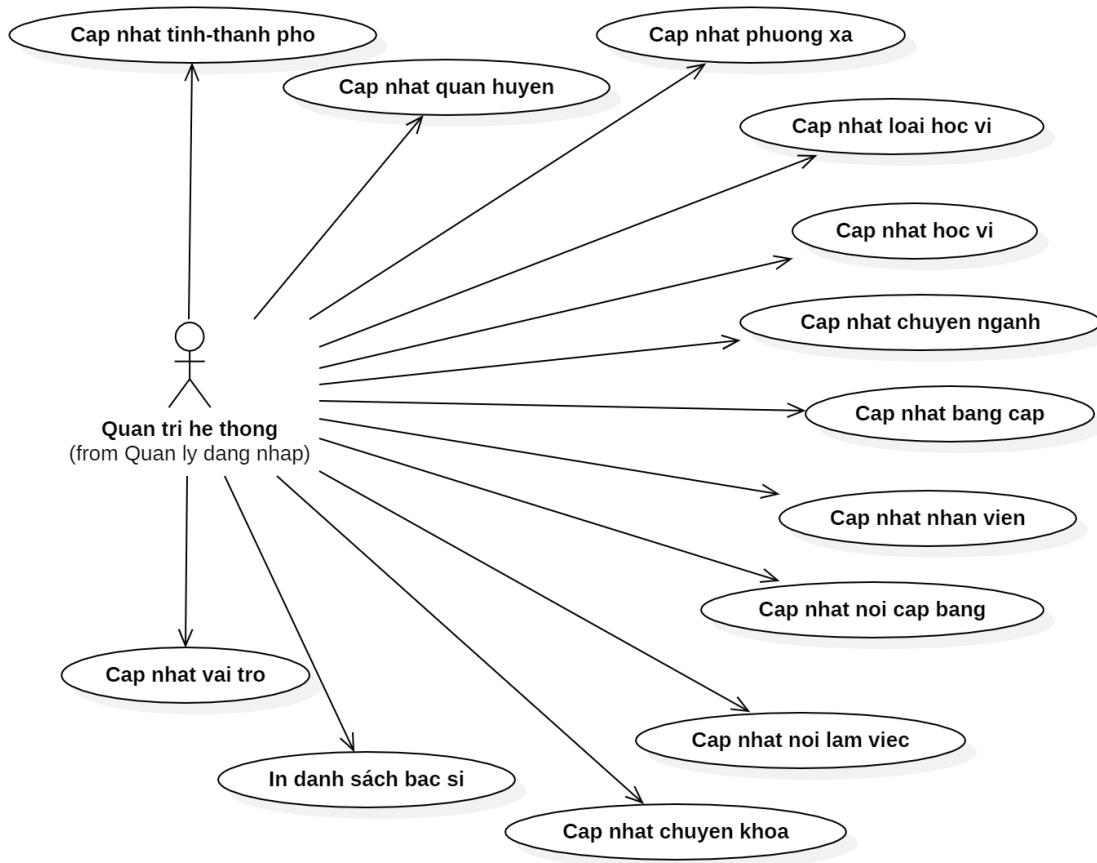
Hình 5. Sơ đồ hoạt vụ quản lý đăng nhập



Hình 6. Sơ đồ hoạt vụ quản lý mô hình



Hình 7. Sơ đồ hoạt vụ quản lý chẩn đoán



Hình 8. Sơ đồ hoạt vụ quản lý dữ liệu danh mục

Bác sĩ chẩn đoán hình ảnh (gọi tắt là bác sĩ) là người dùng có tài khoản đăng nhập vào hệ thống có quyền thực hiện các hoạt vụ như tạo hồ sơ bệnh nhân, chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang, mời các bác sĩ tham gia hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi, xem các báo cáo thống kê, in hồ sơ chẩn đoán,...

Bác sĩ được mời chẩn đoán là bác sĩ được bác sĩ chẩn đoán hình ảnh mời tham gia chẩn đoán (hội chẩn) trên một ảnh X-quang nào đó, để qua đó bác sĩ chẩn đoán hình ảnh ban đầu có thêm ý kiến chẩn đoán góp phần đưa ra quyết định chẩn đoán chính xác hơn.

Người quản trị hệ thống là người dùng có tài khoản đăng nhập vào hệ thống có quyền thực hiện các hoạt vụ như quản lý người dùng, quản lý dữ liệu danh mục, kết xuất danh sách nhân viên, quản lý mô hình học sâu.

III. MÔ TẢ CÁC TẬP DỮ LIỆU

1. Tập dữ liệu dùng để huấn luyện mô hình phân loại ảnh

Đề tài đã sử dụng 3 tập dữ liệu ảnh Tiny ImageNet, MendeleyData và CheXpert để huấn luyện và kiểm tra cho mô hình phân loại ảnh (ảnh X-quang hay không là ảnh

X-quang). Trong đó, Tập dữ liệu Tiny ImageNet [24] là một tập con được sửa đổi của tập dữ liệu ImageNet [25]. Tập dữ liệu ảnh Tiny ImageNet có 100.000 ảnh, có độ phân giải là 64×64 pixels, tập dữ liệu Tiny ImageNet được gán nhãn là “không là ảnh X-quang”. Tập dữ liệu ảnh được gán nhãn là ảnh X-quang gồm 100.000 ảnh được lấy từ hai tập dữ liệu ảnh MendeleyData, CheXpert. Thông tin chi tiết về tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại ảnh được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại ảnh.

Tập dữ liệu	Kích thước	Ảnh X-quang	Không là ảnh X-quang	Tổng
Huấn luyện	64×64	70.000	70.000	140.000
Kiểm tra		30.000	30.000	60.000
Tổng		100.000	100.000	200.000

2. Tập dữ liệu ảnh dùng để huấn luyện mô hình phân loại bệnh viêm phổi

Đề tài đã sử dụng tập dữ liệu ảnh MendeleyData [26] để huấn luyện và kiểm tra mô hình phân loại bệnh viêm phổi (có bệnh viêm phổi hay không có bệnh viêm phổi).

Tập dữ liệu ảnh X-quang MendeleyData gốc gồm có 5,856 ảnh có định dạng JPEG, được chia thành 3 thư mục Train (5216 ảnh), Test (624 ảnh) và Val (16 ảnh). Từng thư mục Train, Test và Val lại được chia thành 2 thư mục Bệnh Phổi (Pneumonia) và Bình thường (Normal) do các bác sĩ chuyên khoa phân loại bằng tay. Hình ảnh X-quang ngực (mặt trước và mặt sau) được chọn từ các bệnh nhi từ một đến năm tuổi từ Trung tâm Y tế Phụ nữ và Trẻ em Quảng Châu.

Đề tài đã điều chỉnh tập dữ liệu ảnh MendeleyData để phù hợp cho việc huấn luyện mô hình phân loại bệnh viêm phổi. Dữ liệu được chia thành 2 thư mục Bệnh Phổi (Pneumonia) và Bình thường (Normal) với số lượng ảnh lần lượt là 4.273 và 1.583 ảnh. Thông tin chi tiết về dữ liệu huấn luyện và kiểm tra được thể hiện Bảng 3.

Bảng 3. Tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại bệnh viêm phổi

Tập dữ liệu	Kích thước	Bình thường (Normal)	Viêm phổi (Pneumonia)	Tổng
Huấn luyện	150×150	1.425	3.846	5.271
Kiểm tra		158	427	585
Tổng		1.583	4.273	5.856

3. Tập dữ liệu ảnh dùng để huấn luyện hai mô hình phân loại bệnh tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ

Đề tài đã sử dụng tập dữ liệu ảnh CheXpert [27] để huấn luyện và kiểm tra cho 2 mô hình phân loại bệnh (1) tràn dịch màng phổi và (2) phổi bị mờ (mô hình (1) cho kết quả có bệnh tràn dịch màng phổi hay không có bệnh tràn dịch màng phổi; mô hình (2) cho kết quả có bệnh phổi bị mờ hay không có bệnh phổi bị mờ).

Tập dữ liệu ảnh CheXpert được thu thập từ Bệnh viện Stanford, được thực hiện từ tháng 10 năm 2002 đến tháng 7 năm 2017 ở cả trung tâm điều trị nội trú và ngoại trú. Tập dữ liệu được chú thích thủ công bởi nhiều bác sĩ X-quang được hội đồng quản trị chứng nhận. Tập dữ liệu này được sử dụng để huấn luyện và kiểm tra cho 14 bệnh liên quan tới phổi trong có hai bệnh tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ. Thông tin tập dữ liệu sử dụng để huấn luyện và kiểm tra mô hình phân loại bệnh tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ được trình bày trong Bảng 4 và Bảng 5.

Bảng 4. Tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại bệnh tràn dịch màng phổi

Tập dữ liệu	Kích thước	Bình thường (Normal)	Tràn dịch màng phổi (Pleural Effusion)	Tổng
Huấn luyện	64 × 64	24.777	68.471	93.248
Kiểm tra		10.619	29.344	39.963
Tổng		35.396	97.815	133.211

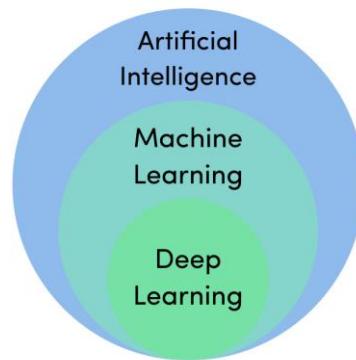
Bảng 5. Tập dữ liệu dùng cho mô hình phân loại bệnh phổi bị mờ

Tập dữ liệu	Kích thước	Bình thường (Normal)	Phổi bị mờ (Lung Opacity)	Tổng
Huấn luyện	64 × 64	4.695	74.049	78.744
Kiểm tra		2.012	31.658	33.670
Tổng		6.707	105.707	112.414

CHƯƠNG II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ HỌC SÂU

I. GIỚI THIỆU VỀ HỌC SÂU

Học sâu là một lĩnh vực con của trí tuệ nhân tạo (AI) mô phỏng hoạt động của bộ não con người trong việc xử lý dữ liệu và tạo ra các mẫu để sử dụng trong quá trình ra quyết định. Học sâu là một tập hợp con của máy học trong trí tuệ nhân tạo có các mạng có khả năng học tập mà không cần giám sát từ dữ liệu không có cấu trúc hoặc không được gắn nhãn, còn được gọi là mạng thần kinh sâu. Mối tương quan giữa học sâu, máy học và trí tuệ nhân tạo được thể hiện trong Hình 9.



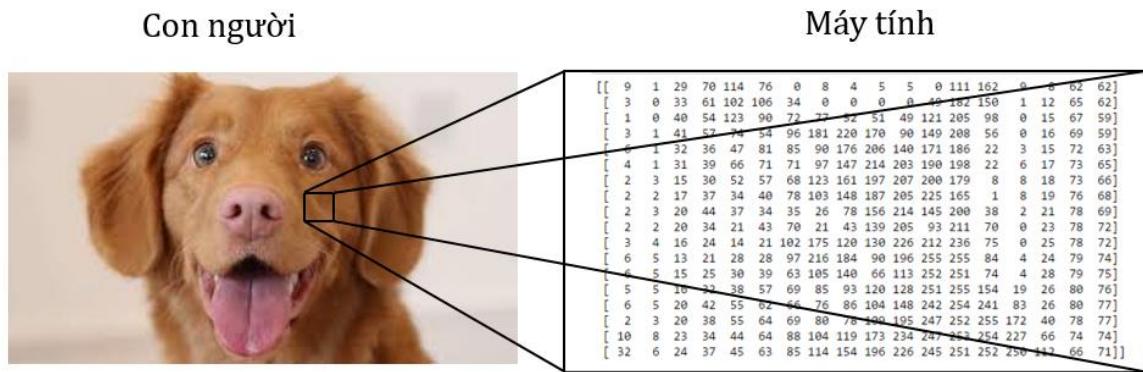
Hình 9. Mối tương quan giữa học sâu, máy học và trí tuệ nhân tạo

Học sâu đã phát triển song song với kỷ nguyên kỹ thuật số, mang đến sự bùng nổ dữ liệu ở mọi hình thức và từ mọi khu vực trên thế giới. Dữ liệu này còn được gọi là dữ liệu lớn, được lấy từ các nguồn như truyền thông xã hội, công cụ tìm kiếm trên internet, nền tảng thương mại điện tử,... Lượng dữ liệu khổng lồ này có thể truy cập dễ dàng và có thể được chia sẻ thông qua các ứng dụng công nghệ tài chính (fintech) như điện toán đám mây. Tuy nhiên, dữ liệu thường không có cấu trúc, quá rộng lớn đến mức con người có thể mất hàng thập kỷ để hiểu nó và trích xuất thông tin liên quan. Các công ty nhận ra tiềm năng đáng kinh ngạc từ các hệ thống AI để hỗ trợ tự động có thể làm sáng tỏ lượng thông tin phong phú ngày nay.

Bên cạnh đó, học sâu là một phương pháp cần được áp dụng triệt để trong lĩnh vực y học. Những đổi mới về học sâu đã đưa các công nghệ y tế đến những thành tựu đầy hứa hẹn, chẳng hạn như thuốc kháng sinh, phân tích hồ sơ sức khỏe điện tử hoặc dự đoán y tế khác. Hơn nữa, những cải tiến của phân loại hình ảnh, phân đoạn hình ảnh mang lại nhiều động lực cho sự phát triển của hình ảnh y học. Một số phương pháp tiếp cận học sâu trong hình ảnh y tế đã được đề xuất để phát hiện và chẩn đoán bệnh, phân loại ung thư da hoặc kiến trúc bộ mã hóa-giải mã sâu để phân đoạn y sinh hình ảnh 3D. Nhiều mô hình học sâu đã được đề xuất trong việc chẩn đoán bệnh phổi.

II. PHÂN LOẠI HÌNH ẢNH

Phân loại hình ảnh (Image Classification) là nhiệm vụ lấy một hình ảnh đầu vào và xuất ra một lớp hoặc xác suất các lớp mô tả hình ảnh tốt nhất. Đối với con người, kỹ năng này là một trong những kỹ năng đầu tiên chúng ta học được một cách tự nhiên và thực hiện phân loại hình ảnh dễ dàng khi trưởng thành. Tuy nhiên, đối với máy tính, việc có thể nhanh chóng nhận ra đối tượng (hình ảnh) hay tổng quát hóa từ kiến thức trước đó và thích ứng với các môi trường hình ảnh khác nhau là những nhiệm vụ khó khăn. Hình 10 trình bày sự khác biệt trong quá trình phân loại hình ảnh giữa mắt người và máy tính.



Hình 10. Minh họa quá trình phân loại hình ảnh giữa mắt người và máy tính

Chẳng hạn, một em bé có thể miêu tả những gì mà em nhìn thấy như một con mèo nằm trên bãi cỏ hay một người đang cho bò ăn. Tuy vẫn còn nhiều điều để khám phá về thế giới này, nhưng em bé đó đã có khả năng hiểu được những thứ mà em đã nhìn thấy. Ngày nay, công nghệ phục vụ nhu cầu của con người trong xã hội hiện nay trở nên tiến bộ hơn bao giờ hết. Các thành tựu điển hình như con người đã đặt chân lên mặt trăng, chế tạo ra điện thoại, máy tính,... Hình ảnh và những thước phim trở thành một phần thiết yếu của đời sống xã hội. Mặc dù vậy, những thiết bị và máy vi tính tối tân nhất vẫn đang xoay xở trong việc phân loại hình ảnh. Chính vì vậy, thị giác máy tính là một trong những công nghệ dẫn đầu và có tiềm năng trong lĩnh vực khoa học máy tính.

Ngày nay, các thuật toán của máy tính đang thực hiện những công việc phi thường với độ chính xác cao gần giống như trí thông minh của con người. Trí thông minh của máy tính vẫn thường được gọi là AI sẵn sàng tạo ra tác động đáng kể đối với cuộc sống con người trong tương lai. Mặc dù vậy, việc xác định và chẩn đoán một số bệnh đe dọa mạng sống con người như các bệnh truyền nhiễm và ung thư vẫn còn những thách thức gian nan. Như đã đề cập, mỗi năm có hàng ngàn người đã chết vì mắc các bệnh phổi. Chính vì vậy, ý tưởng đe xuất và cải tiến các mô hình học sâu

để xử lý các vấn đề quan trọng mà con người đang đối mặt ngày nay, nhất là việc chăm sóc sức khỏe.

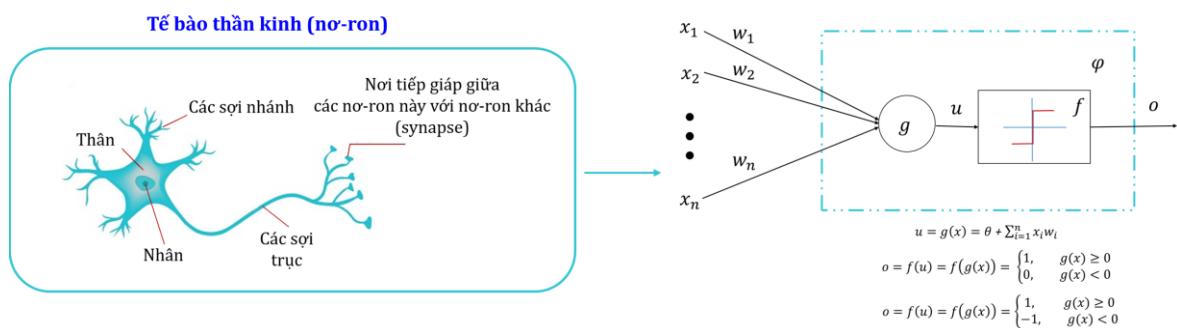
III. MẠNG NƠ-RON TÍCH CHẬP (CNN)

Như đã đề cập, học sâu là tập hợp các thuật toán để mô hình hóa dữ liệu trừu tượng bằng cách sử dụng nhiều lớp xử lý bao gồm các mạng thần kinh nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN) với cấu trúc phức tạp. Các mạng thần kinh này được lấy cảm hứng từ những tiến bộ trong khoa học thần kinh trình bày trong Hình 11 và được dựa trên các giải thích của mô hình xử lý và truyền thông tin trong một hệ thống thần kinh, chẳng hạn như mã hóa thần kinh để cố gắng để xác định các mối quan hệ giữa các kích thích khác nhau và các phản ứng liên quan đến thần kinh trong não. Chúng bao gồm một hoặc nhiều lớp khác nhau được kết nối với nhau, mỗi lớp bao gồm các đơn vị tính toán đơn giản riêng biệt được gọi là nơ-ron thần kinh. Thông tin đầu vào như sau: mỗi lớp nhận dữ liệu đầu vào cho mỗi nơ-ron của nó, mỗi nơ-ron sau đó thực hiện một chức năng do người dùng định nghĩa đơn giản và sau đó đầu ra của nơ-ron được truyền dưới dạng đầu vào đến các nơ-ron ở lớp tiếp theo.

Một số loại kiến trúc học sâu:

- Mạng thần kinh nhân tạo, Artificial Neural Network (ANN)
- Mạng nơ-ron sâu, Deep Neural Network (DNN)
- Mạng nơ-ron tích chập, Convolutional Neural Network (CNN)
- Bộ mã hóa tự động, Auto Encoder (AE)

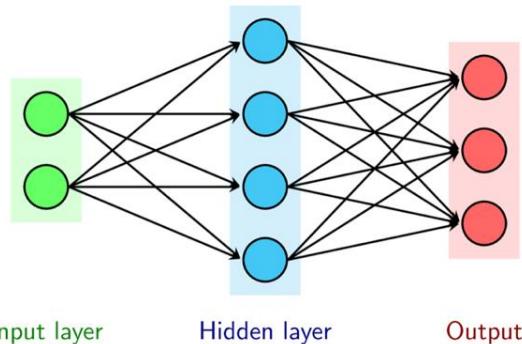
DNN là kiến trúc có mục đích chung, CNN là chuyên biệt cho các tác vụ dựa trên hình ảnh và AE được sử dụng để giảm kích thước. Mạng nơ-ron sâu cho thấy, mỗi nơ-ron trong một lớp được kết nối với mọi nơ-ron ở lớp tiếp theo mà không có chiều ngược lại. DNN đôi khi cũng được gọi là mạng nơ-ron truyền thẳng đa tầng (MLP) là một lớp của mạng nơ-ron nhân tạo (ANN).



Hình 11. Mối tương quan giữa bộ não người và mô hình CNN

Hình 12 minh họa một mạng nơ-ron nhân tạo với 3 lớp: Lớp đầu vào (Input layer), lớp đầu ra (Output layer) và lớp ẩn (Hidden layer). Khi giải quyết một bài toán

ta chỉ quan tâm đến Input và Output của một mô hình, ngoài ra thì các lớp nơ-ron ở giữa gọi là lớp ẩn và ít được quan tâm đến.



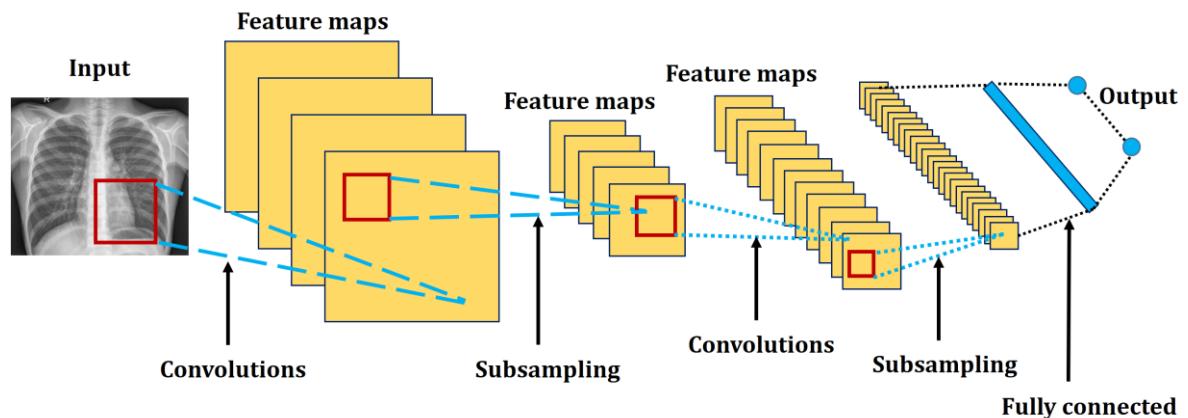
Hình 12. Mạng nơ-ron truyền thẳng đa tầng (MLP)

Hiện nay, mô hình phổ biến và cải tiến trong học sâu đó là mạng nơ-ron tích chập. CNN được thiết kế nhằm mục đích sử dụng trong các bài toán nhận dạng các đối tượng trong ảnh. Các CNN tập trung vào việc tóm tắt thông tin bằng một hàm toán học, được gọi là tích chập, có thể giảm đáng kể việc tính toán. Do CNN rất mạnh để xử lý hình ảnh, nhiều nhà nghiên cứu đã phát triển các phương pháp mã hóa các loại thông tin khác nhau dưới dạng hình ảnh cho nhiều ứng dụng.

Sơ lược về ý tưởng của CNN về các kết quả nghiên cứu về vỏ não thị giác của mèo từ phòng thí nghiệm của hai nhà khoa học nhận giải Nobel là Hubel và Wiesel [31]. Vỏ não thị giác của mèo có những vùng nhỏ các tế bào nhạy cảm với các vùng cụ thể trong trường thị giác. Các vùng xác định của trường thị giác được kích thích thì những tế bào trong vỏ não thị giác cũng sẽ được kích hoạt. Hơn nữa, các tế bào được kích thích cũng dựa trên hình dáng và hướng của các vật thể trong trường thị giác. Ví dụ, các cạnh thẳng đứng làm cho một số tế bào thần kinh được kích thích, trong khi các cạnh ngang làm cho các tế bào thần kinh khác bị kích thích. Các tế bào được kết nối bằng việc sử dụng kiến trúc lớp, sự khám phá này dẫn đến sự phỏng đoán rằng các loài động vật sử dụng các lớp khác nhau để tạo nên các phần của hình ảnh ở các mức trừu tượng khác nhau.

Sự ra đời của mạng CNN là dựa trên ý tưởng cải tiến cách thức các mạng nơ-ron nhân tạo truyền thông học thông tin trong ảnh. Do sử dụng các liên kết đầy đủ giữa các điểm ảnh vào nút, các mạng nơ-ron nhân tạo truyền thẳng (Feedforward Neural Network) bị hạn chế rất nhiều bởi kích thước của ảnh, ảnh càng lớn thì số lượng liên kết càng tăng nhanh và kéo theo sự bùng nổ khối lượng tính toán. Ngoài ra sự liên kết đầy đủ này cũng là sự dư thừa khi với mỗi bức ảnh, các thông tin chủ yếu thể hiện qua sự phụ thuộc giữa các điểm ảnh với những điểm xung quanh nó mà không quan tâm nhiều đến các điểm ảnh ở cách xa nhau. Mạng CNN ra đời tạo ra khả năng xây dựng liên kết chỉ sử dụng một phần cục bộ trong ảnh kết nối đến node trong

lớp tiếp theo thay vì toàn bộ ảnh như trong mạng nơ-ron truyền thẳng. Các mô hình CNN là mạng chuyển tiếp với các lớp tích chập (Convolutional Layers), các lớp lấy mẫu/ gộp (Pooling Layers), các lớp làm phẳng (Flattening Layers) và các lớp được kết nối đầy đủ (Fully Connected Layers) sử dụng các hàm kích hoạt phù hợp. Ngoài ra, một tập hợp các lớp cuối cùng thường được kết nối hoàn toàn và ánh xạ theo một cách ứng dụng cụ thể đến một tập các nút đầu ra. Mô hình mạng nơ-ron tích chập được trình bày trong Hình 13.



Hình 13. Mô hình mạng nơ-ron tích chập

Mạng nơ-ron tích chập (CNN) được xem là thành tựu to lớn trong lĩnh vực học sâu. Đặc biệt, CNN được biết đến với vai trò thực hiện tốt các tác vụ với dữ liệu đầu vào có cấu trúc lưới là một ảnh hai chiều. Kiểu dữ liệu ảnh hai chiều thể hiện sự không đồng bộ về không gian vì trong một bức ảnh các vị trí không gian liền kề thường có các màu tương tự. Hiện nay, ngoài việc phân loại hình ảnh, các mô hình CNN có thể xử lý dễ dàng ngôn ngữ tự nhiên, nhận dạng giọng nói và bao gồm cả phân tích dữ liệu metagenomic. Mặc dù vậy, phần lớn các ứng dụng của CNN tập trung vào dữ liệu hình ảnh. Bởi vì, dữ liệu ảnh có tính chất đặc biệt đó là tính bất biến dịch chuyển (translation invariance). Đề tài này chủ yếu sẽ ứng dụng CNN cho việc phân loại hình ảnh, cụ thể là ảnh X-quang ngực.

Trong mô hình CNN có hai vấn đề cạnh cần quan tâm là tính bất biến (Location Invariance) và tính kết hợp (Compositionality). Với cùng một đối tượng, nếu đối tượng này được chiếu theo các góc độ khác nhau (dịch chuyển, xoay hình, co giãn) thì độ chính xác của thuật toán sẽ bị ảnh hưởng đáng kể. Pooling layer sẽ cho tính bất biến đối với phép dịch chuyển (translation), phép quay (rotation) và phép co giãn (scaling). Tính kết hợp cục bộ cho ta các cấp độ biểu diễn thông tin từ mức độ thấp đến mức độ cao và trừu tượng hơn thông qua phép tích chập (convolution) từ các bộ lọc (filter). Chính vì vậy, mô hình CNN có độ chính xác cao tương tự như con người nhận biết các vật thể trong tự nhiên.

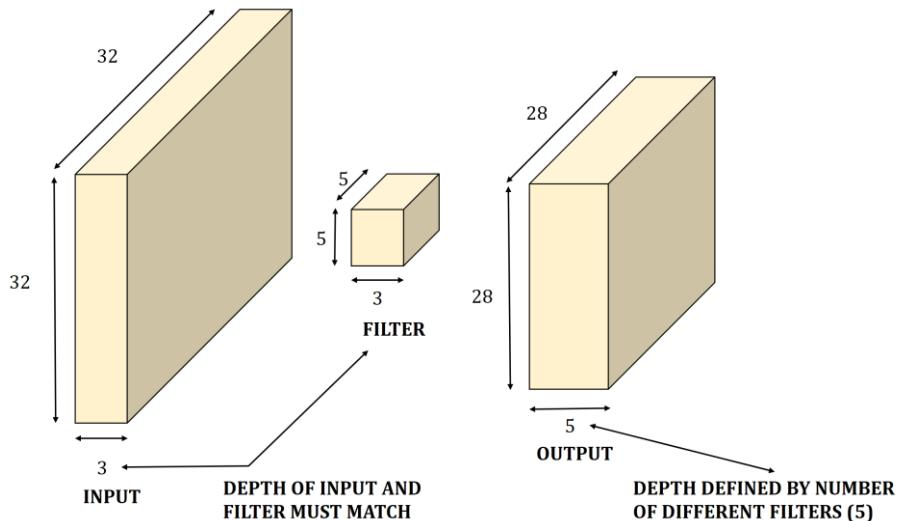
Một đặc điểm quan trọng của CNN là phép tích chập. Một phép tích chập là một phép toán nhân tích vô hướng giữa một tập trọng số cấu trúc lưới với các đầu vào có cấu trúc lưới tương tự được rút ra từ các không gian cục bộ khác nhau trong khối lượng đầu vào. Loại phép tính này hữu dụng với dữ liệu có mức độ không gian hoặc cục bộ khác cao, chẳng hạn là dữ liệu hình ảnh. Chính vì vậy, CNN được định nghĩa như một mạng sử dụng phép tính tích chập trong ít nhất một lớp, mặc dù hầu hết các mạng CNN sử dụng phép tính này trong nhiều lớp.

Với mục đích trình bày một cách tổng quát dựa trên cơ sở lý thuyết, giả sử đầu vào của lớp thứ a có kích thước $H_a \times W_a \times D_a$ với H_a là chiều cao hoặc chiều dài (Height), W_a là chiều rộng hoặc chiều ngang (Width), và D_a là chiều sâu (Deep). Trong các mô hình đề xuất, các giá trị của H_a và W_a đều giống nhau.

1. Các tham số

1.1. Bộ lọc (Filter)

Trong các mô hình CNN, trạng thái trong mỗi lớp được sắp xếp dựa trên một cấu trúc lưới không gian. Những quan hệ không gian được thừa kế từ một lớp đến lớp tiếp theo bởi vì mỗi giá trị đặc trưng được dựa trên một vùng không gian cục bộ nhỏ trên lớp trước. Điều quan trọng là duy trì những mối quan hệ không gian giữa các ô lưới, bởi vì các thao tác tích chập và sự chuyển đổi đến lớp tiếp theo phụ thuộc rất nhiều vào những quan hệ này. Mỗi lớp trong mạng tích chập là một cấu trúc lưới ba chiều, bao gồm một chiều cao (H_a), chiều rộng (W_a) và chiều sâu (D_a). Chiều sâu của một lớp trong một mô hình CNN không phải độ sâu của mạng. Chiều sâu sử dụng trong bối cảnh một lớp liên quan đến số lượng kênh trong mỗi lớp, chẳng hạn như số lượng kênh màu chính, ví dụ đỏ, xanh lục và xanh lam trong hình ảnh đầu vào hoặc số lượng thuộc tính của các lớp ẩn. Cụ thể, dữ liệu đầu vào mạng CNN được tổ chức thành một cấu trúc lưới hai chiều, và những giá trị của những điểm lưới độc lập được gọi là các pixel. Mỗi pixel tương ứng với một vị trí không gian trên hình ảnh. Tuy nhiên để mã hóa màu của pixel chính xác, cần một mảng giá trị đa chiều tại mỗi vị trí lưới. Trong bảng màu RGB có cường độ của ba màu cơ bản là đỏ, xanh lá cây và xanh lam. Do đó, nếu kích thước không gian của một hình ảnh là 32×32 pixels và chiều sâu là 3 (tương ứng với các kênh màu RGB), thì tổng số điểm ảnh trong hình ảnh là $32 \times 32 \times 3$.



Hình 14. Minh họa bộ lọc (filter)

Sự kết hợp giữa một lớp đầu vào có kích thước $32 \times 32 \times 3$ và một bộ lọc có kích cỡ $5 \times 5 \times 3$ tạo ra một lớp đầu ra với các chiều không gian 28×28 (trình bày tại mục 2). Độ sâu của kết quả đầu ra dựa vào số lượng bộ lọc khác nhau và không nằm trên các chiều của một lớp đầu vào hoặc bộ lọc. Ngoài ra, filters hoặc kernels (hạt nhân) được gọi là bộ lọc để cập đến các tham số được tổ chức vào trong một tập các đơn vị cấu trúc ba chiều. Thông thường, bộ lọc có kích thước không gian là hình vuông, thường nhỏ hơn nhiều so với không gian của lớp mà bộ lọc được áp dụng. Mặt khác, độ sâu của mỗi bộ lọc luôn giống như của lớp mà nó được áp dụng. Giả sử rằng kích thước của bộ lọc trong lớp a là $F_a \times F_a \times D_a$. Một ví dụ về bộ lọc với $F_1 = 5$ và $D_1 = 3$ được thể hiện trong Hình 14. Giá trị của F_a nhỏ và lẻ thường được sử dụng là 3 và 5. Các mạng nơ-ron tích chập thường sử dụng các bộ lọc tích chập với chiều dài và chiều rộng là số lẻ, ví dụ như 1, 3, 5, 7. Việc chọn bộ lọc có kích thước lẻ giúp bảo toàn được các chiều không gian khi thêm cùng số hàng đệm cho cạnh trên và dưới, và thêm cùng số cột đệm cho cạnh trái và phải.

1.2. Đệm (Padding)

Các thao tác tích chập làm giảm kích thước của lớp thứ $(a + 1)$ so với kích thước của lớp a . Giảm kích thước ảnh có thể dẫn đến mất một số thông tin dọc theo đường biên của hình ảnh hoặc của feature map (các lớp ẩn). Thông thường bộ lọc nhỏ được sử dụng với một phép tích chập ta có thể chỉ mất một ít điểm ảnh. Mặc dù vậy, khi thực hiện qua nhiều tầng tích chập liên tiếp, sự mất mát này có thể tích lũy dần. Một giải pháp đơn giản cho vấn đề này là đệm (Padding) thêm các điểm ảnh xung quanh đường biên trên bức ảnh đầu vào, nhờ đó làm tăng kích thước sử dụng của bức ảnh. Padding thường được thiết lập các giá trị của các điểm ảnh thêm vào là 0. Padding sẽ

thêm một lượng pixel xung quanh biên của feature map. Giá trị của mỗi feature đệm được thiết lập bằng 0, không phân biệt đầu vào hoặc các lớp ẩn đang được đệm. Kết quả là chiều cao và chiều rộng không gian của số lượng đầu vào sẽ cùng tăng với một lượng, chính xác là những gì chúng giảm (theo số lượng đầu ra) sau khi thực hiện tích chập. Các phần đệm không đóng góp vào tích vô hướng cuối cùng bởi vì các giá trị của chúng được thiết lập bằng 0. Một ví dụ về padding của một feature map đơn lẻ được trình bày trong Hình 15 với hai số 0 được đệm trên tất cả các cạnh của hình ảnh.

6	3	4	4	5	0	3
4	7	4	0	4	0	4
7	0	2	3	4	5	2
3	7	5	0	3	0	7
5	8	1	2	5	4	2
8	0	1	0	6	0	0
6	4	1	3	0	4	5

→ **PADDING**

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	6	3	4	4	5	0	3	0	0	0	0	0
0	0	4	7	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0
0	0	7	0	2	3	4	5	2	0	0	0	0	0
0	0	3	7	5	0	3	0	7	0	0	0	0	0
0	0	5	8	1	2	5	4	2	0	0	0	0	0
0	0	8	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0
0	0	6	4	1	3	0	4	5	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hình 15. Minh họa bộ đệm padding

1.3. Sải bước (Stride)

Người ta có thể làm giảm mức độ chi tiết của lớp tích chập bằng cách sử dụng khái niệm về các sải bước (Strides). Các sải bước lớn hơn có thể hữu ích trong các thiết lập hạn chế bộ nhớ hoặc để giảm quá mức nếu độ phân giải không gian cao không cần thiết. Sải bước có tác dụng tăng nhanh chóng vùng tiếp nhận của từng đặc trưng (feature) trong lớp ẩn, đồng thời giảm khoảng trống không gian của toàn bộ lớp. Khi một Stride của S_a được sử dụng trong lớp thứ a , phép tích chập được thực hiện tại các vị trí 1, $S_a + 1$, $2S_a + 1$, và như vậy dọc theo cả kích thước không gian của lớp. Kích thước không gian của đầu ra khi thực hiện phép tích chập này có chiều cao $(H_a - F_a)/S_a + 1$ và chiều rộng $(W_a - F_a)/S_a + 1$. Đem và sải bước có thể được dùng để điều chỉnh kích thước chiều của dữ liệu một cách hiệu quả. Đối với phép tích chập hoặc phép pooling, sải bước S ký hiệu số pixel mà cửa sổ sẽ di chuyển sau mỗi lần thực hiện phép tính. Quá trình thực hiện sải bước (Stride) được trình bày trong Hình 16.



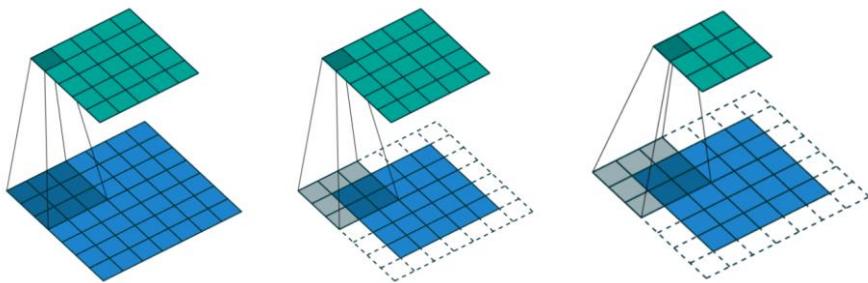
Hình 16. Minh họa sải bước (Stride)

2. Lớp tích chập (Convolutional Layer)

Lớp tích chập là một trong những thành phần quan trọng nhất trong mạng CNN, là nơi thể hiện ý tưởng xây dựng sự liên kết cục bộ thay vì kết nối toàn bộ các điểm ảnh và trọng số chia sẻ (weight sharing). Các liên kết cục bộ này được tính toán bằng phép tích chập giữa các giá trị điểm ảnh trong một vùng ảnh cục bộ với các bộ lọc (filters) có kích thước nhỏ. Sau khi đưa một bức ảnh đầu vào cho lớp tích chập ta nhận được kết quả đầu ra là một loạt ảnh tương ứng với các bộ lọc đã được sử dụng để thực hiện phép tích chập. Các trọng số của các bộ lọc này được khởi tạo ngẫu nhiên trong lần đầu tiên và sẽ được cải thiện dần xuyên suốt quá trình huấn luyện.

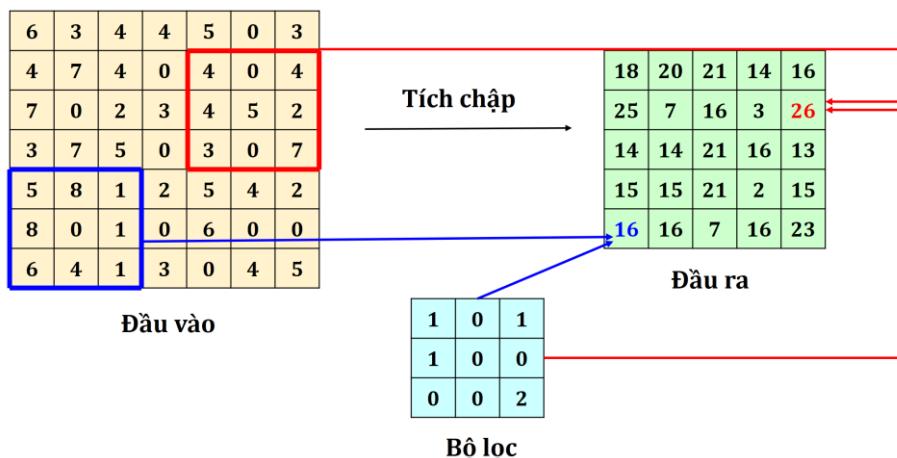
Qua đó, công dụng của lớp tích chập là rút trích đặc trưng của ảnh. Trong các mô hình CNN, hình ảnh đầu vào được chuyển đổi đầu tiên thành dạng ma trận. Ví dụ như ảnh có kích thước 28×28 thì tương ứng đầu vào là một ma trận có 28×28 và giá trị mỗi điểm ảnh là một ô trong ma trận. Trong mô hình ANN thì các nơ-ron đầu vào sẽ kết nối vào tầng ảnh. Tuy nhiên trong CNN, chỉ kết nối trong một vùng nhỏ của các nơ-ron đầu vào như một bộ lọc có kích thước 5×5 tương ứng $24 (= 28 - 5 + 1)$ điểm ảnh đầu vào. Mỗi một kết nối sẽ học một trọng số và mỗi nơ-ron ẩn sẽ học một bias. Mỗi một vùng 5×5 gọi là một trường tiếp nhận cục bộ (local receptive field).

Bộ lọc tích chập được áp dụng cho ma trận đầu vào đi qua nó, thực hiện phép nhân theo phần tử và lưu trữ tổng tạo ra một bản đồ đặc trưng (feature map). Bộ lọc 3×3 thường được sử dụng để tạo bản đồ đặc trưng 2D khi hình ảnh có màu đen và trắng. Các lớp tích chập được thực hiện ở dạng 3D khi hình ảnh đầu vào được biểu thị dưới dạng ma trận 3D trong đó màu RGB đại diện cho không gian ba chiều. Một số bộ phát hiện đặc trưng được vận hành với ma trận đầu vào để tạo ra một lớp bản đồ đặc trưng, do đó tạo thành lớp tích chập. Hình 17 thể hiện quá trình trượt bộ lọc ở khắp mọi nơi trong hình ảnh sẽ phát hiện một số phác thảo quan trọng của ảnh trong một feature map của số lượng đầu ra. Nhiều bộ lọc được sử dụng để tạo một số lượng đầu ra với nhiều hơn một feature map. Ví dụ, một bộ lọc khác có thể tạo ra một vùng feature map của các kích hoạt cạnh dọc. Trong trường hợp mạng CNN, hình ảnh này được xác định bởi bộ lọc và được áp dụng cho tất cả các vị trí của hình ảnh để phát hiện sự hiện diện của một hình dạng tại mỗi vị trí không gian. Hơn nữa, các bộ lọc trong các lớp trước có xu hướng phát hiện nhiều hình dạng nguyên thủy hơn, trong khi các bộ lọc trong các lớp sau tạo ra các thành phần phức tạp hơn của các hình dạng nguyên thủy này.



Hình 17. Minh họa trượt bộ lọc ở lớp tích chập

Cụ thể về các thao tác chập như sau, đặt bộ lọc ở mỗi vị trí có thể trong hình ảnh sao cho bộ lọc chồng chéo hoàn toàn với hình ảnh và thực hiện một tích vô hướng giữa các tham số $F_a \times F_a \times D_a$ của bộ lọc và lưới khớp trong số lượng đầu vào (với cùng kích cỡ $F_a \times F_a \times D_a$). Tích vô hướng được thực hiện bằng việc xử lý các mục trong vùng ba chiều có liên quan của số lượng đầu vào và bộ lọc dưới dạng véc-tơ có kích thước $F_a \times F_a \times D_a$, sao cho các phần tử trong cả hai véc-tơ được sắp xếp dựa trên vị trí tương ứng của chúng trong số lượng kiến trúc lưới. Quan trọng việc xác định vị trí đặt bộ lọc bởi vì mỗi vị trí như vậy sẽ định nghĩa một không gian pixel (hay là feature) trong lớp kế tiếp. Khi thực hiện các phép tích chập trong lớp thứ a , ta có thể điều chỉnh chỉnh bộ lọc tại vị trí $H_a + 1 = H_a - F_a + 1$ đọc theo chiều cao và $W_a + 1 = W_a - F_a + 1$ đọc theo chiều rộng của ảnh do đó sẽ không có phần nào của bộ lọc nằm ở ngoài bức ảnh. Theo ví dụ minh họa Hình 14, các giá trị H_2 và W_2 lần lượt là: $H_2 = 32 + 5 - 1 = 28$; $W_2 = 32 + 5 - 1 = 28$.



Hình 18. Minh họa thao tác tích chập

Ví dụ của một tích chập giữa một đầu vào $7 \times 7 \times 1$ (trường hợp các ảnh màu xám với một kênh màu đơn) và một bộ lọc $3 \times 3 \times 1$ và với sải bước 1 được trình bày trong Hình 18. Toàn bộ đầu ra là một feature map của lớp tiếp theo được hiển thị ở phía trên bên phải của hình. Ví dụ về hai thao tác chập được hiển thị trong đó các

đầu ra tương ứng là 16 và 26. Các giá trị này được tính toán như sau với các phép nhân với số 0 được bỏ qua:

$$(5 \times 1) + (8 \times 1) + (1 \times 1) + (1 \times 2) = 16$$

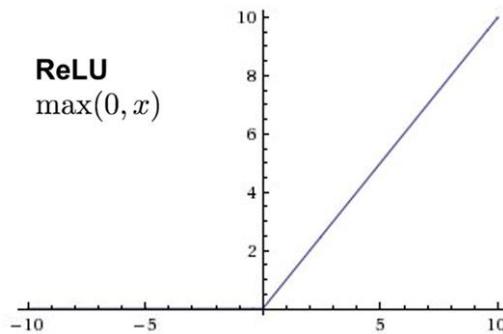
$$(4 \times 1) + (4 \times 1) + (4 \times 1) + (7 \times 2) = 26$$

Đối với độ sâu lớn hơn 1, các đóng góp của mỗi feature map sẽ được thêm vào để tạo một giá trị duy nhất trong feature map. Lưu ý rằng độ sâu của một lớp phải khớp chính xác với độ dày của lớp / hạt nhân (kernel) và sự đóng góp của các tích vô hướng trên tất cả các feature map trong vùng lưới tương ứng của một lớp cụ thể sẽ được thêm vào (trong trường hợp chung) tạo ra một giá trị feature đầu ra duy nhất trong lớp tiếp theo. Trong trường hợp độ sâu của lớp và bộ lọc tương ứng của nó lớn hơn 1, các hoạt động trên được thực hiện cho từng feature map và sau đó được tổng hợp trên toàn bộ chiều sâu của bộ lọc.

3. Hàm kích hoạt (Activation Functions)

3.1. Hàm kích hoạt phi tuyến ReLU

Hàm kích hoạt ReLU là viết tắt của hàm kích hoạt phi tuyến [32]. Đối với mỗi giá trị $H_a \times W_a \times D_a$ trong một lớp, hàm kích hoạt ReLU được áp dụng cho nó để tạo ra các giá trị ngưỡng $H_a \times W_a \times D_a$ được chuyển sang lớp tiếp theo. Chính vì vậy, lớp ReLU không thay đổi kích thước của một lớp vì đây là ánh xạ đơn giản của các giá trị kích hoạt. Trong các mạng nơ-ron truyền thống, hàm kích hoạt được kết hợp với phép biến đổi tuyến tính với một ma trận có trọng số để tạo lớp kích hoạt tiếp theo. Phép tính toán của hàm ReLU đơn giản là đưa tất cả các giá trị âm thành giá trị 0 hay nói cách khác lọc các giá trị âm (Hình 19) tránh ảnh hưởng cho việc tính toán ở các layer sau. Ưu điểm của ReLU so với các hàm kích hoạt khác là tính đơn giản và tốc độ xử lý nhanh mà vẫn đảm bảo được tính toán hiệu quả.

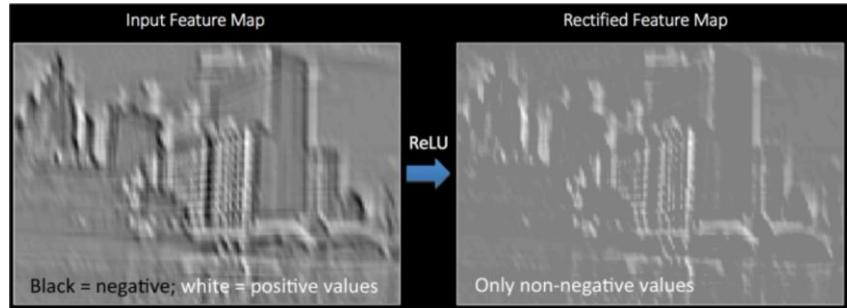


Hình 19. Minh họa hàm ReLU

Thông thường, lớp ReLU được áp dụng ngay phía sau lớp tích chập thường không được minh họa rõ ràng trong các minh họa hình ảnh của các mô hình nơ-ron tích chập. Với đầu ra là một ảnh mới có kích thước giống với ảnh đầu vào, các giá trị

điểm ảnh cũng hoàn toàn tương tự trừ các giá trị âm đã bị loại bỏ. Ví dụ hàm kích hoạt phi tuyêt ReLU sau khi thay đổi giá trị điểm ảnh trình bày trong Hình 20.

Qua đó, ReLU không làm thay đổi kích thước feature map mà dùng để tinh chỉnh feature map.



Hình 20. Minh họa feature map sau khi tinh chỉnh bằng ReLU

3.2. Hàm kích hoạt Softmax

Hàm Softmax được sử dụng để chuẩn hóa một phân phối xác suất cho ảnh đầu ra trình bày trong Hình 21. Hàm kích hoạt Softmax thường được sử dụng trong lớp kết nối đầy đủ của mô hình [33]. Hàm Softmax chuẩn hóa các đầu ra thành một phân phối xác suất. Cụ thể là, hàm Softmax có thể được coi là một hàm logistic tổng quát lấy đầu vào là một véc-tơ chứa các giá trị $x \in R^n$ và cho ra là một véc-tơ gồm các xác suất $p \in R^n$ thông qua một hàm Softmax ở cuối kiến trúc.

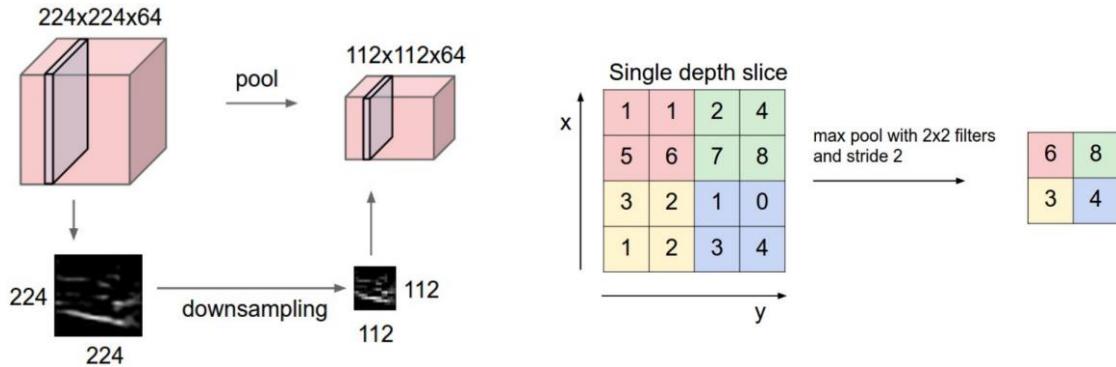
$$\begin{array}{ccc} \text{Giá trị} & \text{SoftMax} & \text{Phân phối} \\ \text{dự đoán} & & \text{xác suất} \\ \begin{matrix} y \\ \begin{bmatrix} 2.0 \\ 1.0 \\ 0.1 \end{bmatrix} \end{bmatrix} & S(y_i) = \frac{e^{y_i}}{\sum_j e^{y_j}} & \begin{matrix} \rightarrow p = 0.7 \\ \rightarrow p = 0.2 \\ \rightarrow p = 0.1 \end{matrix} \end{array}$$

Hình 21. Mô tả hàm Softmax

4. Lớp lấy mẫu/ gộp (Pooling Layer)

Các lớp pooling được theo sau bởi các lớp tích chập được sử dụng để giảm kích thước ảnh đầu vào bằng cách loại bỏ thông tin không cần thiết để việc tính toán có thể được thực hiện nhanh hơn nhưng vẫn có thể giữ lại các chi tiết quan trọng của ảnh. Có nhiều cách pooling và thông thường được hoạt động trên các vùng lưới nhỏ có kích thước $P_a \times P_a$ trong mỗi lớp và tạo ra một lớp khác có cùng chiều sâu. Đối với mỗi vùng hình vuông có kích thước $P_a \times P_a$ trong mỗi feature map D_a , giá trị tối đa của các giá trị này được trả về. Loại lớp gộp này được sử dụng trong các mô hình của đê tài gọi là lớp gộp tối đa (Max Pooling Layer). Trong các mô hình, Pooling được sử dụng với các bộ lọc có kích thước 2×2 và bước sải 2 ($S_a > 1$) (phổ biến

trong pooling) nên độ dài của lớp mới sẽ là $(H_a - P_a)/S_a + 1$ và chiều rộng là $(W_a - P_a)/S_a + 1$. Lớp gộp tối đa được sử dụng để giảm hình ảnh mẫu, do đó làm giảm kích thước và độ phức tạp của hình ảnh [34]. Các mô hình được trình bày trong đề tài này sử dụng kỹ thuật tổng hợp tối đa vì nó giúp nhận ra các đặc điểm nổi bật trong hình ảnh. Lớp gộp lấy mẫu được trình bày trong Hình 22.



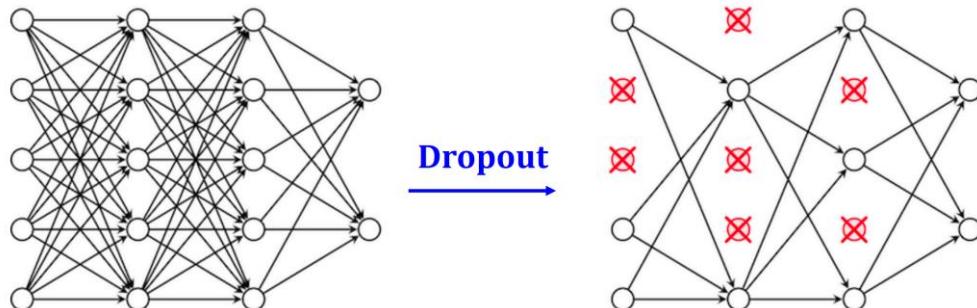
Hình 22. Minh họa lớp Max-Pooling

Việc giảm kích thước dữ liệu có tác dụng làm giảm được số lượng tham số cũng như tăng hiệu quả tính toán và chống lại sự thay đổi dịch chuyển nhỏ. Lớp lấy mẫu cũng sử dụng một cửa sổ trượt để quét toàn bộ các vùng trong ảnh tương tự như lớp tích chập, và thực hiện phép lấy mẫu thay vì phép tích chập – tức là ta sẽ chọn lưu lại một giá trị duy nhất đại diện cho toàn bộ thông tin của vùng ảnh đó. Ở đây ta thực hiện phương thức lấy mẫu Max Pooling (lấy giá trị điểm ảnh lớn nhất) với kích thước lấy mẫu là 2×2 , nghĩa là ảnh đầu vào được chia thành các hình vuông 2×2 không chồng chéo và giá trị lớn nhất được lấy cho mỗi hình vuông. Mô hình đề xuất sử dụng pooling trên vùng 2×2 có nghĩa là kích thước thông thường P_a của vùng mà trên đó một thực hiện pooling là 2×2 . Với Stride bằng 2, sẽ không có sự chồng chéo giữa các vùng khác nhau được gộp lại và việc sử dụng loại cài đặt này là khá phổ biến. Như vậy, với mỗi ảnh đầu vào được đưa qua lấy mẫu ta thu được một ảnh đầu ra tương ứng, có kích thước giảm xuống đáng kể nhưng vẫn giữ được các đặc trưng cần thiết cho quá trình tính toán sau này.

5. Lớp dropout (Dropout Layer)

Dropout là một kỹ thuật đơn giản và cực kỳ hiệu quả trong việc tăng quá trình huấn luyện bằng việc loại bỏ một số nơ-ron. Trong quá trình huấn luyện, nhiều nơ-ron của các lớp ẩn bị tắt ngẫu nhiên và mô hình được huấn luyện trên các bộ tham số còn lại. Trong quá trình kiểm tra, toàn bộ các nơ-ron sẽ được sử dụng. Nếu chỉ dùng một phần năng lực đã đem lại hiệu quả thì dùng toàn bộ năng lực sẽ mang lại hiệu quả cao hơn. Việc này cũng giúp cho mô hình tránh được overfitting (học vẹt). Với mỗi cách tắt các nơ-ron, ta có một mô hình khác nhau. Với nhiều tổ hợp nơ-ron bị tắt

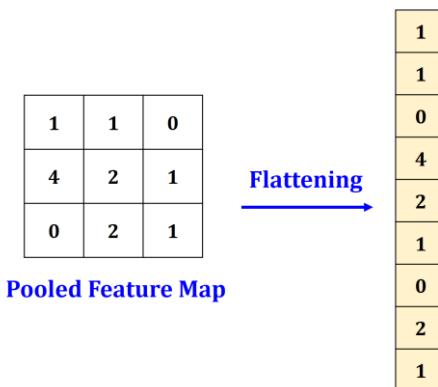
khác nhau, ta thu được nhiều mô hình. Việc kết hợp ở cuối cùng được coi như sự kết hợp của nhiều mô hình. Quá trình dropout được trình bày trong Hình 23.



Hình 23. Minh họa lớp Dropout

6. Lớp làm phẳng (Flattening layer)

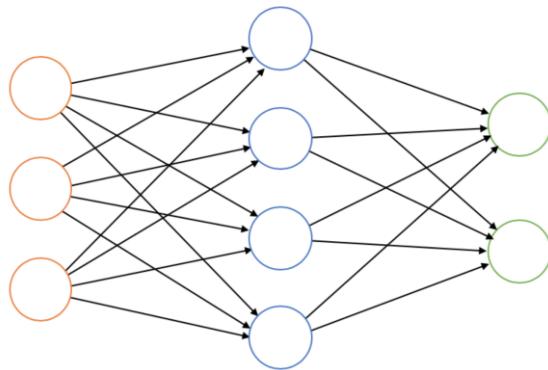
Sau khi hình ảnh đầu vào đi qua lớp chập và lớp gộp, nó được đưa vào lớp làm phẳng. Lớp này làm phẳng hình ảnh đầu vào thành một cột, làm giảm thêm độ phức tạp tính toán của nó. Sau đó, hình ảnh được đưa vào lớp kết nối đầy đủ.



Hình 24. Minh họa lớp Flattening

7. Lớp kết nối đầy đủ (Fully Connected Layer)

Lớp kết nối đầy đủ Hình 25 được thiết kế hoàn toàn tương tự như trong mạng nơ-ron truyền thống, tức là mỗi đặc tính trong lớp không gian cuối cùng được kết nối đầy đủ với từng trạng thái ẩn trong lớp. Vì các lớp này được kết nối mật độ, phần lớn các tham số nằm trong các lớp được kết nối hoàn toàn. Ví dụ, nếu mỗi một trong hai lớp được kết nối hoàn toàn có 4096 đơn vị ẩn, thì các kết nối giữa chúng có hơn 16 triệu trọng số. So với mạng nơ-ron truyền thống, các ảnh đầu vào của lớp này đã có kích thước được giảm bớt rất nhiều, đồng thời vẫn đảm bảo các thông tin quan trọng cho việc nhận dạng. Do vậy, việc tính toán nhận dạng sử dụng mô hình truyền thẳng đã không còn phức tạp và tốn nhiều thời gian như trong mạng nơ-ron truyền thống.



Hình 25. Minh họa lớp Fully Connected

Lớp được kết nối đầy đủ [35] có nhiều lớp và mọi nút trong lớp đầu tiên được kết nối với mọi nút trong lớp thứ hai. Mỗi lớp trong lớp được kết nối đầy đủ trích xuất các tính năng và trên cơ sở này, mạng đưa ra dự đoán [36][37]. Quá trình này được gọi là quá trình truyền chuyển tiếp. Sau khi truyền chuyển tiếp, một hàm chi phí được tính toán. Nó là một thước đo hiệu suất của một mô hình mạng nơ-ron. Hàm chi phí được sử dụng trong cả bốn mô hình là entropy chéo phân loại. Sau khi hàm chi phí được tính toán, quá trình truyền ngược diễn ra. Quá trình này được lặp lại cho đến khi mạng đạt được hiệu suất tối ưu. Trong trường hợp này, lớp đầu ra được kết nối hoàn toàn với mọi nơ-ron trong lớp kế cuối và có trọng số liên kết với nó. Ta có thể sử dụng logistic, Softmax hoặc activation tuyến tính tùy thuộc vào bản chất của ứng dụng chẳng hạn như phân loại hoặc hồi quy.

8. Hàm tối ưu

8.1. Adam

Adam là một thuật toán tối ưu hóa thay thế cho dốc nghiêng ngẫu nhiên để đào tạo mô hình học sâu. Adam kết hợp các thuộc tính tốt nhất của thuật toán AdaGrad và RMSProp để cung cấp một thuật toán tối ưu hóa có thể xử lý các gradient thưa thớt trong các vấn đề nhiễu. Adam tương đối dễ cấu hình trong đó các thông số cấu hình mặc định hoạt động tốt trong hầu hết các vấn đề.

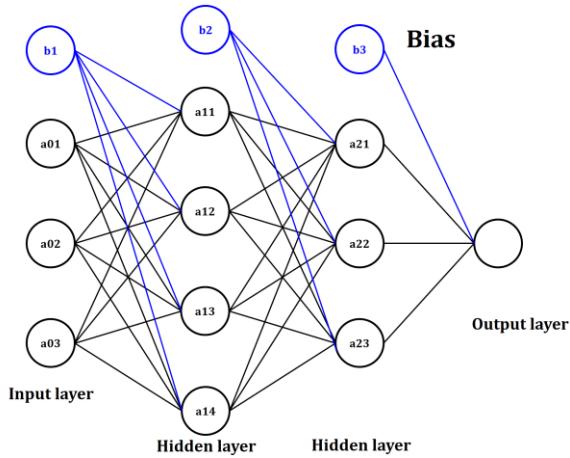
8.2. Rmsprop

RMSProp (viết tắt của Root Mean Square Propagation) duy trì tốc độ học trên mỗi tham số được điều chỉnh dựa trên mức trung bình của các cường độ gần đây của các gradient đối với trọng lượng (tốc độ thay đổi của nó). Điều này có nghĩa là thuật toán giải quyết tốt các vấn đề trực tuyến và không cố định (nhiều).

9. Bias

Ngoài ra, CNN có thể thêm các bias cho các thao tác chuyển tiếp. Mỗi bộ lọc duy nhất trong một lớp được liên kết với bias riêng của nó. Do đó, bộ lọc thứ i trong

lớp a có bias $b^{(i,a)}$. Khi bất kỳ tích chập nào được thực hiện với bộ lọc thứ i trong lớp a , giá trị của $b^{(i,a)}$ được thêm vào tích vô hướng. Việc sử dụng độ lệch chỉ đơn giản là tăng số lượng tham số trong mỗi bộ lọc lên 1, và do đó không phải là một chi phí đáng kể. Giống như tất cả các tham số khác, bias được huấn luyện trong quá trình backpropagation (lan truyền ngược). Người ta có thể coi bias là trọng số của kết nối có đầu vào luôn được đặt là +1. Đầu vào đặc biệt này được sử dụng trong tất cả các tích chập, không phân biệt vị trí không gian của tích chập. Do đó, người ta có thể giả định rằng một pixel đặc biệt xuất hiện trong đầu vào có giá trị luôn được đặt là 1. Do đó, số lượng các đặc tính đầu vào trong lớp thứ a là $1 + H_a \times W_a \times D_a$. Đây là thủ thuật kỹ thuật tiêu chuẩn được sử dụng để xử lý bias trong tất cả các dạng máy học.



Hình 26. Minh họa bias

10. Cài đặt

Trong hầu hết trong các mô hình cài đặt tham số quan trọng, Stride thường mang giá trị 2 và $H_a = W_a$. Những ảnh có kích thước $H_a \times W_a$ hình vuông được ưu tiên sử dụng, trong không vuông cần xử lý trước để sử dụng. Số lượng bộ lọc trong mỗi lớp thường là số mũ của 2, điều này sẽ giúp xử lý hiệu quả hơn. Các giá trị điển hình của phạm vi không gian của kích thước bộ lọc (biểu thị bằng F_a) là 3 hoặc 5. Kích thước bộ lọc nhỏ thường mang lại kết quả tốt nhất mặc dù còn nhiều thách thức.

IV. TĂNG CƯỜNG DỮ LIỆU (DATA AUGMENTATION)

Để tránh vấn đề overfitting, ta mở rộng và cân bằng dữ liệu theo ý muốn. Thay đổi dữ liệu huấn luyện với các biến đổi nhỏ để tái tạo các biến thể. Các cách tiếp cận làm thay đổi dữ liệu huấn luyện theo cách thay đổi biểu diễn mảng trong khi giữ nhãn giống nhau được gọi là kỹ thuật tăng cường dữ liệu. Các hình thức tăng cường dữ liệu này đòi hỏi tính toán rất ít, do đó các hình ảnh tăng cường không cần phải được tạo ra một cách rõ ràng trước đó. Thay vào đó, chúng có thể được tạo ra tại thời gian huấn

luyện khi một hình ảnh đang được xử lý. Một số phép bổ trợ phổ biến thường được sử dụng là thang độ xám, lật ngang, lật dọc, cắt ngẫu nhiên, lọc màu, dịch, xoay, và nhiều hơn nữa. Bằng cách chỉ áp dụng một vài biến đổi này cho dữ liệu huấn luyện có thể dễ dàng nhân đôi hoặc nhân ba số lượng và tạo ra mô hình tối ưu.

V. HỌC CHUYỂN GIAO (TRANSFER LEARNING)

Transfer Learning là phương pháp máy học cho một mô hình đã được phát triển cho một nhiệm vụ (pretrained network) được tái sử dụng ở một nhiệm vụ có liên quan khác. Phương pháp này phổ biến và hiệu quả cao trong học sâu với một tập dữ liệu vừa và nhỏ. Pretrained network là một mạng đã lưu trữ trước đó và được huấn luyện trên một tập dữ liệu lớn (phân loại ảnh quy mô lớn). Một số mạng pretrained thường được sử dụng như: VGG [38], ResNet [15], InceptionV3 [40], InceptionResNetV2 [41], Xception [42]. Chính vì vậy, Học chuyển giao (Transfer Learning) là phương pháp tối ưu hóa cho phép cải thiện tốc độ và hiệu suất khi mô hình hóa nhiệm vụ kế tiếp. Có hai cách để sử dụng một Pretrained Network, đó là trích xuất đặc trưng (Feature Extraction), và tinh chỉnh (Fine Tuning). Các đặc trưng đã học thường có thể chuyển giao cho các dữ liệu khác nhau. Bằng cách sử dụng một mô hình đặc trưng trước, ta sẽ tiết kiệm được thời gian.

1. VGG

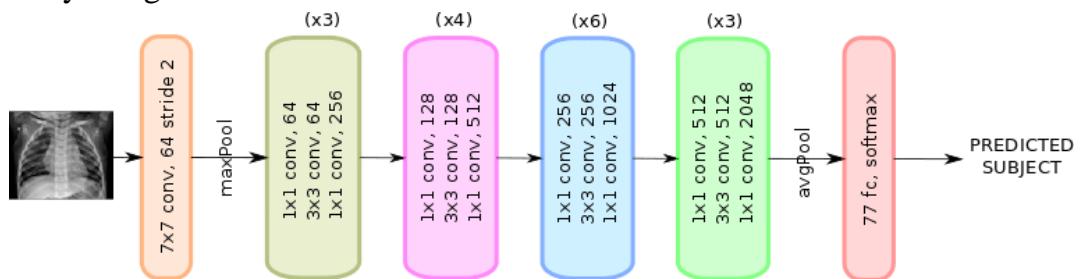
Visual Geometry Group (VGG) [38] đã tạo ra kiến trúc mạng VGG16 và VGG19. VGG đơn giản hóa quy trình bằng cách tạo các bộ lọc 3×3 cho mỗi lớp. Việc sử dụng các kích thước bộ lọc đồng nhất và nhỏ hơn trên VGG có thể tạo ra các tính năng phức tạp hơn và tính toán thấp hơn khi so sánh với AlexNet, LeNet. Sự khác biệt giữa VGG16 và VGG19 được thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6. So sánh kiến trúc giữa mô hình VGG16 và VGG19

Nội dung	VGG16	VGG19
Tổng số lớp	41	47
Kích thước ảnh đầu vào	150×150 pixels	150×150 pixels
Số lượng lớp tích chập	13	18
Kích thước Filter cho mỗi lớp tích chập	64 & 128	64, 128, 256, & 512
Số lượng hàm ReLU	5	18
Số lượng lớp Max Pooling	5	5
Số lớp kết nối đầy đủ	3	3
Dropout	0.5	0.5
Hàm kích hoạt đầu ra	Softmax	Softmax

2. Resnet50

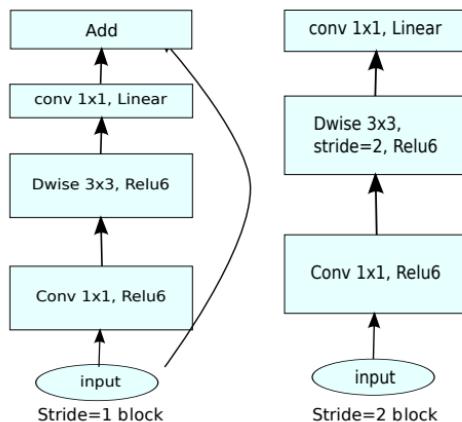
ResNet [15](Residual Network) là một mạng nơ-ron học sâu được quan tâm từ những năm 2012 và chiến thắng trong thử thách ImageNet vào năm 2015. Bước đột phá cơ bản của ResNet là huấn luyện thành công các mạng nơ-ron sâu với hơn 150 lớp. ResNet50 là một biến thể của mô hình ResNet có 48 lớp tích chập cùng với 1 lớp Max Pooling và 1 lớp Average Pooling. Mô hình ResNet50 bao gồm 5 giai đoạn được trình bày trong Hình 27.



Hình 27. Kiến trúc mô hình ResNet50

3. MobileNetV2

MobileNetV2 [39] là một cải tiến so với MobileNetV1, nâng cao việc nhận dạng hình ảnh trên thiết bị di động bao gồm phân loại, phát hiện đối tượng và phân đoạn ngữ nghĩa. Nhìn chung, kiến trúc của MobileNetV2 (Hình 28) chứa lớp tích chập ban đầu với 32 filters.



Hình 28. Kiến trúc mô hình MobileNetV2 [39]

4. InceptionV3

InceptionV3 [40] là phương pháp thiết kế mạng nơ-ron xuất phát từ Google. Vào năm 2014, InceptionV3 đã chiến thắng cuộc thi Imagenet về cải thiện tốc độ và độ kích thước của mô hình. Số lượng tham số của InceptionV3 giảm 12 lần so

với Alexnet. Với InceptionV3, xây dựng kiến trúc mạng lớn bằng việc kết hợp nhiều kiến trúc mạng con (micro-architecture).

5. InceptionResnetV2

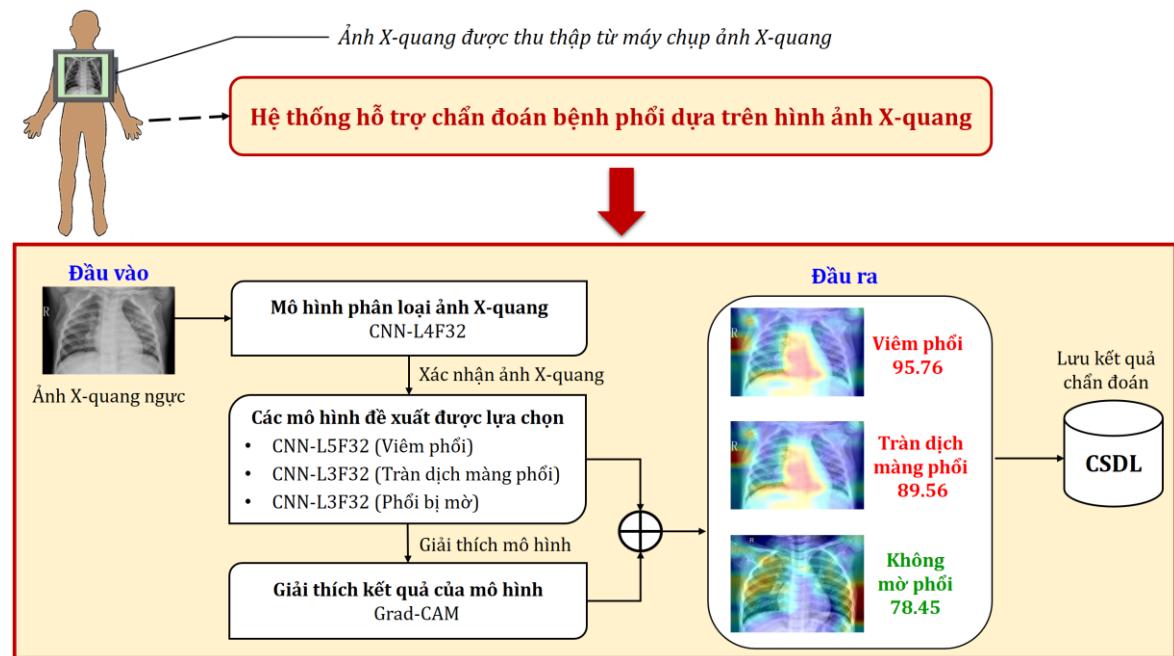
InceptionResNetV2 [41] là mô hình được xây dựng dựa trên những ưu điểm của Inception và Residual block. Với sự kết hợp này InceptionResNetV2 đạt được độ chính xác trên tập dữ liệu ImageNet là 80.3% trong khi được độ chính xác của InceptionV3 và ResNet50 lần lượt là: 77.9% và 74.9%.

Các công cụ, ngôn ngữ và công nghệ trình bày tại PHỤ LỤC III (trang 102).

CHƯƠNG III. THIẾT KẾ VÀ CÀI ĐẶT GIẢI PHÁP

I. KIẾN TRÚC HỆ THỐNG CHẨN ĐOÁN BỆNH PHỔI

Kiến trúc hệ thống chẩn đoán bệnh phổi được đề xuất trình bày trong Hình 29:



Hình 29. Kiến trúc hệ thống chẩn đoán bệnh phổi

- Dữ liệu đầu vào là một ảnh X-quang ngực
- Kết quả đầu ra là các kết quả chẩn đoán cho ba bệnh (viêm phổi, tràn dịch màng phổi, phổi bị mờ) và xác suất tương ứng.

Quá trình chẩn đoán bệnh phổi của hệ thống được thực hiện qua các bước:

Bước 1: Kiểm tra ảnh đầu vào có phải là ảnh X-quang hay không.

Bước 2: Phân loại bệnh phổi dựa trên các mô hình CNN đối với các ảnh X-quang.

Bước 3: Làm rõ chi tiết ảnh X-quang dựa trên phương pháp giải thích mô hình Grad-CAM.

Bước 4: Hiển thị các kết quả chẩn đoán bệnh phổi và các xác suất tương ứng, bao gồm cả hình ảnh được làm rõ từng chi tiết.

Bước 5: Lưu các kết quả chẩn đoán ở bước 4 vào cơ sở dữ liệu của hệ thống.

II. KIẾN TRÚC CÁC MÔ HÌNH CNN ĐỀ XUẤT

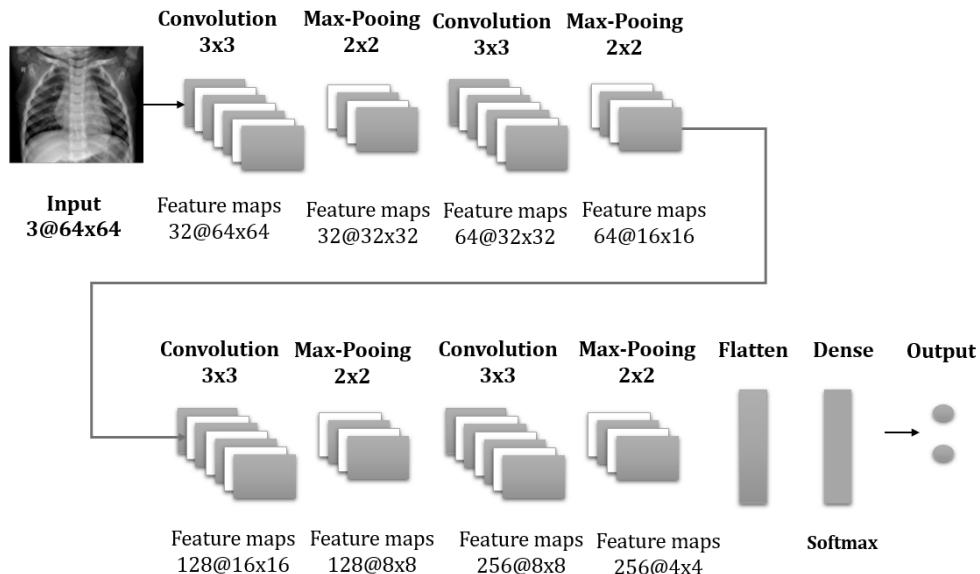
1. Kiến trúc mô hình CNN phân loại ảnh

Sơ đồ thể hiện các bước huấn luyện mô hình CNN phân loại ảnh được trình bày như sau:



Hình 30. Sơ đồ quá trình huấn luyện mô hình CNN phân loại ảnh

Các bước huấn luyện mô hình CNN phân loại ảnh được trình bày trong Hình 30. Đầu vào là 200.000 ảnh từ tập dữ liệu Tiny ImageNet, MendelayData và CheXpert. Trước khi huấn luyện mô hình, toàn bộ dữ liệu sẽ qua bước tiền xử lý ảnh về kích thước 64×64 pixels. Mô hình phân loại ảnh (ảnh X-quang hay không phải ảnh X-quang) có đầu ra mong đợi là hai lớp gồm ảnh X-quang và không phải ảnh X-quang. Đề tài đã sử dụng hai độ đo là Accuracy và AUC để đánh giá mô hình phân loại ảnh.



Hình 31. Kiến trúc mô hình CNN phân loại ảnh

Kiến trúc mô hình CNN phân loại ảnh X-quang được trình bày trong Hình 31. Trước khi huấn luyện mô hình, toàn bộ dữ liệu sẽ qua bước tiền xử lý ảnh về kích thước 64×64 pixels. Lớp tích chập đầu tiên sử dụng bộ lọc (filter) có kích thước 32 và hàm kích hoạt ReLU. Kiến trúc được xây dựng gồm 4 lớp tích chập để trích xuất đối tượng chi tiết hơn. Các lớp Max-pooling kích thước 2×2 được sử dụng sau mỗi

lớp tích chập. Ngoài ra, mô hình sử dụng lớp kết nối dày đủ (dense) sử dụng hàm Softmax. Bên cạnh đó, tỷ lệ bỏ học (dropout) là 0,2. Tỷ lệ học của mô hình được giảm xuống 1e-6 để giảm tình trạng overfitting. Mô hình sử dụng hàm tối ưu hóa Adam với phân loại cross-entropy với 20 epochs huấn luyện.

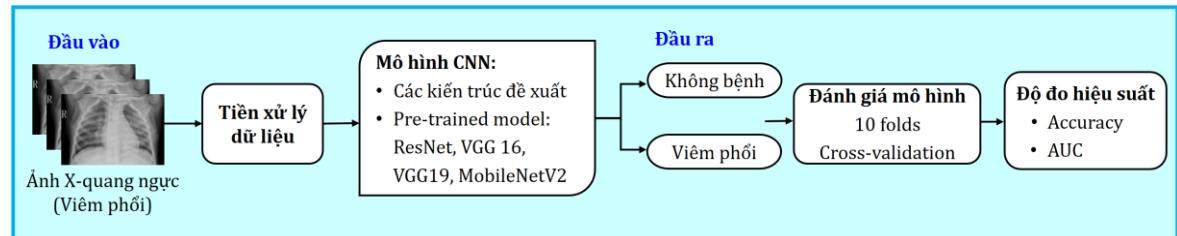
Bảng 7 trình bày thông tin chi tiết các lớp sử dụng trong mô hình CNN phân loại ảnh.

Bảng 7. Tổng hợp tham số mô hình CNN phân loại ảnh

Nội dung	Chi tiết
Kích thước ảnh đầu vào	$64 \times 64 \times 1$
Số lượng lớp tích chập	4 (Stride 1)
Kích thước Filter cho mỗi lớp tích chập	$32 \times 32, 64 \times 64, 128 \times 128, 256 \times 256$
Hàm kích hoạt lớp tích chập	ReLU
Số lượng lớp Max Pooling	4 (Stride 2)
Số lượng lớp Dense	2
Hàm kích hoạt đầu ra	Softmax
Optimizer	Adam

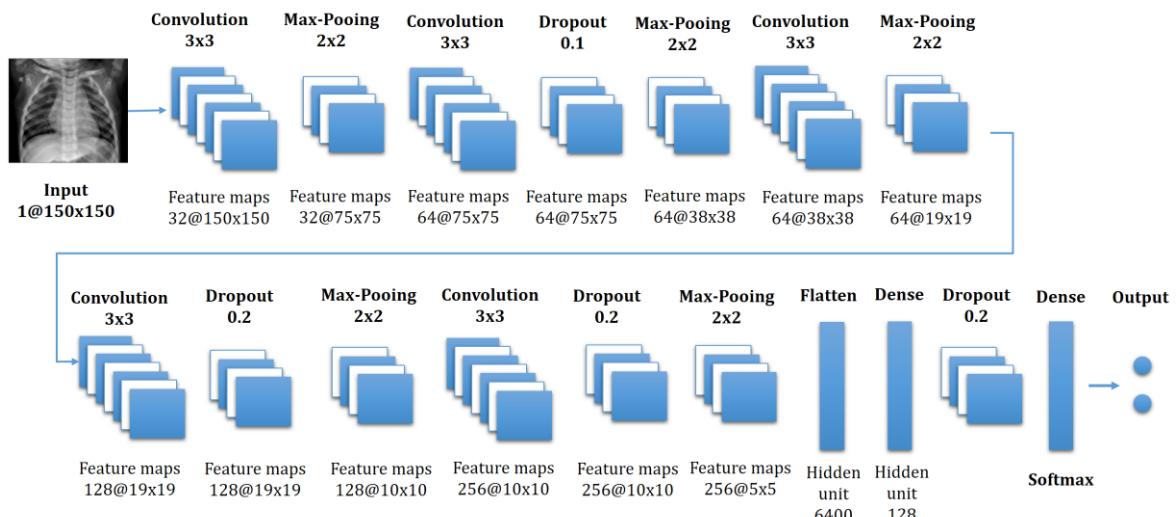
2. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi

Sơ đồ thể hiện các bước huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi được trình bày như sau:



Hình 32. Sơ đồ quá trình huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi

Các bước huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi được trình bày trong Hình 32. Đầu vào là tập dữ liệu ảnh X-quang phổi (MendeleyData). Trước khi huấn luyện mô hình, toàn bộ dữ liệu sẽ qua bước tiền xử lý ảnh về kích thước 150×150 pixels. Mô hình phân loại bệnh viêm phổi với đầu ra mong đợi là phân loại viêm phổi và không bệnh. Ngoài ra, đánh giá mô hình bằng việc sử dụng phương pháp cross-validation và áp dụng các độ đo như Accuracy và AUC để đo hiệu suất dự đoán của mô hình phân loại bệnh viêm phổi.



Hình 33. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi

Kiến trúc của mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi được trình bày trong Hình 33. Trước khi huấn luyện mô hình, toàn bộ dữ liệu sẽ qua bước tiền xử lý ảnh về kích thước 150×150 pixels. Lớp tích chập đầu tiên sử dụng bộ lọc (filter) có kích thước 32 và hàm kích hoạt ReLU. Kiến trúc được xây dựng gồm 5 lớp tích chập để trích xuất đối tượng chi tiết hơn. Các lớp Max-pooling kích thước 2×2 được sử dụng sau mỗi lớp tích chập. Ngoài ra, mô hình sử dụng lớp kết nối đầy đủ (dense) sử dụng hàm Softmax. Bên cạnh đó, tỷ lệ bỏ học (dropout) là 0,2. Tỷ lệ học của mô hình được giảm xuống $1e-6$ để giảm tình trạng overfitting. Mô hình sử dụng hàm tối ưu hóa Adam với phân loại cross-entropy với 20 epochs huấn luyện. Thuật toán được đề xuất chủ yếu tập trung vào phân loại nhị phân để phân loại các hình ảnh CXR khác nhau nhằm phát hiện nhanh và chính xác bệnh viêm phổi.

Bảng 8 trình bày thông tin chi tiết các lớp sử dụng trong mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi.

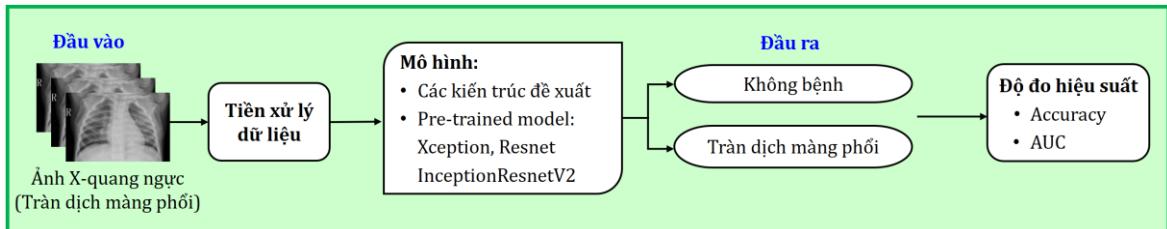
Bảng 8. Tổng hợp tham số mô hình CNN phân loại bệnh viêm phổi

Tên lớp	Chi tiết
Kích thước ảnh đầu vào	$150 \times 150 \times 1$
Số lượng lớp tích chập	5 (Stride 1)
Kích thước Filter cho mỗi lớp tích chập	$32 \times 32, 64 \times 64, 64 \times 64, 128 \times 128,$ 256×256
Hàm kích hoạt lớp tích chập	ReLU
Số lượng lớp Max Pooling	5 (Stride 1)
Flatten	1
Số lượng lớp Dense	2

Số lượng lớp Dropout	4
Hàm kích hoạt đầu ra	Softmax
Optimizer	Adam

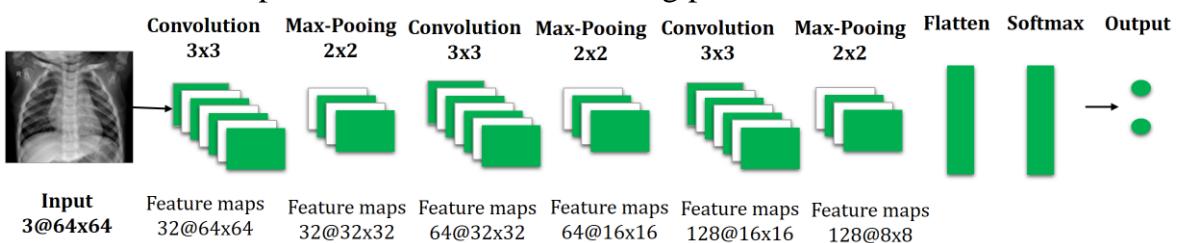
3. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi

Sơ đồ thể hiện các bước huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi được trình bày như sau:



Hình 34. Sơ đồ quá trình huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi

Các bước huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi được trình bày trong Hình 34. Đầu vào là tập dữ liệu CheXpert gồm các ảnh X-quang phổi được các chuyên gia phân loại và lưu trữ định dạng .csv. Trước khi huấn luyện mô hình, toàn bộ dữ liệu sẽ qua bước tiền xử lý về kích thước 64×64 pixels. Mô hình phân loại bệnh tràn dịch màng phổi với đầu ra mong đợi là phân loại tràn dịch màng phổi và không bệnh. Áp dụng các độ đo như Accuracy và AUC để đo hiệu suất dự đoán của mô hình phân loại bệnh tràn dịch màng phổi.



Hình 35. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi

Qua khảo sát nhiều mô hình CNN với các tham số khác nhau và đánh giá hiệu quả của từng kiến trúc trên hình ảnh X-quang ngực để phân loại tràn dịch màng phổi. Từ kết quả thực nghiệm, mô hình đề xuất có kiến trúc trình bày trong Hình 35. Kích thước ảnh đầu vào là 64×64 . Lớp tích chập đầu tiên sử dụng bộ lọc (filter) có kích thước 32 và hàm kích hoạt ReLU. Kiến trúc được xây dựng gồm 3 lớp tích chập để trích xuất đối tượng chi tiết hơn. Các lớp Max-pooling kích thước 2×2 được sử dụng sau mỗi lớp tích chập. Ngoài ra, mô hình sử dụng lớp kết nối đầy đủ (dense) sử dụng hàm Softmax. Tỷ lệ học của mô hình được giảm xuống $1e-6$ để giảm tình trạng overfitting. Sử dụng hàm tối ưu hóa Adam với phân loại categorical_crossentropy với 20 epochs huấn luyện.

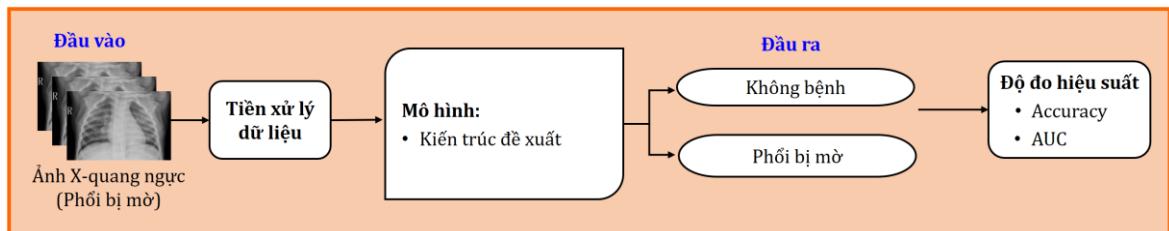
Bảng 9 trình bày thông tin chi tiết các lớp sử dụng trong mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi.

Bảng 9. Tổng hợp tham số mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi

Tên lớp	Chi tiết
Kích thước ảnh đầu vào	$64 \times 64 \times 3$
Số lượng lớp tích chập	3 (Stride 1)
Kích thước Filter cho mỗi lớp tích chập	$32 \times 32, 64 \times 64, 128 \times 128$
Hàm kích hoạt lớp tích chập	ReLU
Số lượng lớp Max Pooling	3 (Stride 2)
Số lượng lớp Dense	1
Hàm kích hoạt đầu ra	Softmax
Optimizer	Adam

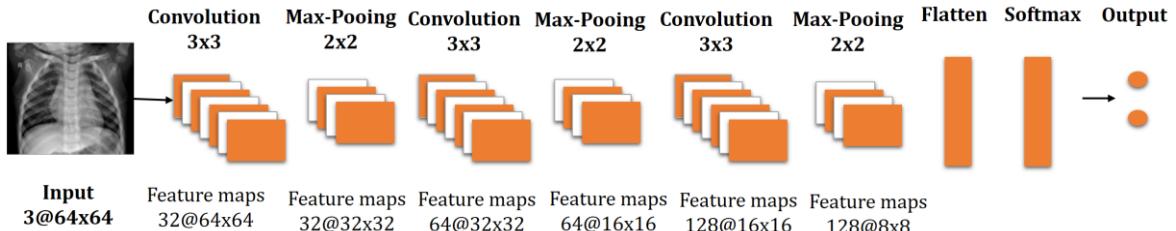
4. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ

Sơ đồ thể hiện các bước huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ được trình bày như sau:



Hình 36. Sơ đồ quá trình huấn luyện mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ

Hình 36 trình bày các bước huấn luyện mô hình CNN phân loại phổi bị mờ. Đầu vào là tập dữ liệu CheXpert gồm các ảnh X-quang phổi được các chuyên gia phân loại và lưu trữ định dạng .csv. Trước khi huấn luyện mô hình, toàn bộ dữ liệu sẽ qua bước tiền xử lý về kích thước 64×64 pixels. Mô hình phân loại bệnh phổi bị mờ với đầu ra mong đợi là phân loại phổi bị mờ và không bệnh. Áp dụng các độ đo như Accuracy và AUC để đo hiệu suất dự đoán của mô hình phân loại phổi bị mờ.



Hình 37. Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ

Kiến trúc mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ trình bày trong Hình 35. Kích thước ảnh đầu vào là 64×64 . Lớp tích chập đầu tiên sử dụng bộ lọc (filter) có kích thước 32 và hàm kích hoạt ReLU. Kiến trúc được xây dựng gồm 3 lớp tích chập để trích xuất đối tượng chi tiết hơn. Các lớp Max-pooling kích thước 2×2 được sử dụng sau mỗi lớp tích chập. Ngoài ra, mô hình sử dụng lớp kết nối đầy đủ (dense) sử dụng hàm Softmax. Tỷ lệ học của mô hình được giảm xuống $1e-6$ để giảm tình trạng overfitting. Sử dụng hàm tối ưu hóa Adam với phân loại categorical_crossentropy với 20 epochs huấn luyện.

Bảng 10 trình bày thông tin chi tiết các lớp sử dụng trong mô hình CNN phân loại phổi bị mờ.

Bảng 10. Tổng hợp tham số mô hình CNN phân loại phổi bị mờ

Tên lớp	Chi tiết
Kích thước ảnh đầu vào	$64 \times 64 \times 3$
Số lượng lớp tích chập	3 (Stride 1)
Kích thước Filter cho mỗi lớp tích chập	$32 \times 32, 64 \times 64, 128 \times 128$
Hàm kích hoạt lớp tích chập	ReLU
Số lượng lớp Max Pooling	3 (Stride 2)
Số lượng lớp Dense	1
Hàm kích hoạt đầu ra	Softmax
Optimizer	Adam

III. GIẢI THUẬT GIẢI THÍCH MÔ HÌNH

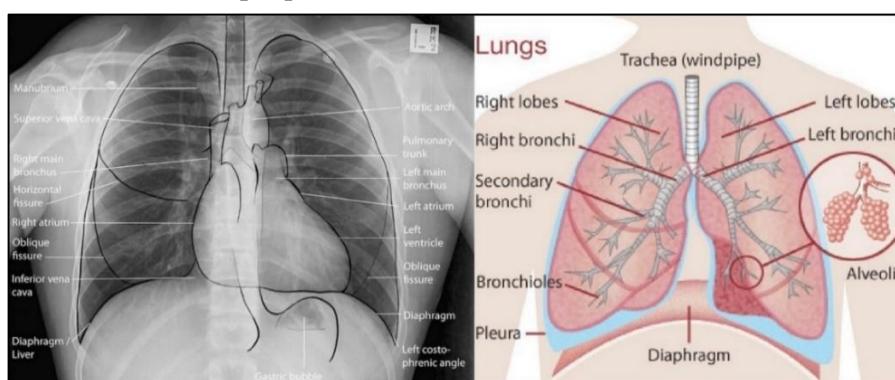
1. Tổng quan về trí tuệ nhân tạo trong y học

Hiện tại, hầu hết các mô hình AI được xem như là các hệ thống hộp đen phức tạp, trong đó các quá trình ra quyết định, logic biện chứng và cơ sở suy đoán đều khó có thể diễn giải đầy đủ. Trong một số ứng dụng, như chơi cờ vua và dịch thuật, chúng ta cần hiểu tại sao máy lại đưa ra lựa chọn này hoặc lựa chọn kia nhằm đảm bảo sự tương tác tốt hơn giữa con người và máy móc. Mặc dù vậy, việc không thể giải thích

được mô hình không đếm lại ván đề gì lớn cho các ứng dụng này. Một máy dịch thuật có thể tiếp tục là một hệ thống hộp đen phức tạp chừng nào nó vẫn đưa ra kết quả dịch tốt, không cần biết tại sao nó lại dịch như vậy. Mặc dù vậy, trong một số trường hợp, việc không giải thích được các mô hình có thể đếm lại rủi ro về mặt pháp lý hoặc kinh doanh. Ví dụ, trong các hệ thống phân tích bảo hiểm và cho vay, nếu mô hình không đưa ra được cơ sở cho các kết quả phân tích đó có thể bị cáo buộc là không công bằng cho người dùng.

Trong các hệ thống y tế, để thực hiện chính xác các tiến trình dựa trên kết quả phân tích của mô hình học sâu thì cơ sở để đưa ra kết quả cũng cần được diễn giải. Chẳng hạn, hệ thống AI có thể phân tích xem liệu bệnh nhân có mắc bệnh ung thư hay không, và hệ thống cũng phải cho biết tại sao lại đưa ra kết luận như vậy. Tăng cường khả năng giải thích của các hệ thống AI giúp phân tích các lỗ hổng logic hoặc điểm mù dữ liệu của chúng, từ đó cải thiện các hệ thống AI.

Hình ảnh X-quang phổi trong Hình 38 từ bệnh nhân viêm phổi, các bất thường thường biểu hiện dưới dạng các vùng tăng mật độ (độ mờ) hoặc các vùng giảm mật độ trên ảnh chụp X-quang. Dấu hiệu bệnh thường bắt đầu bên trong phế nang và lan từ phế nang này sang vùng phế nang khác với các dấu hiệu bao gồm đám mây hình tam giác ở bên hông, phía dưới bên ngoài hoặc đám mây hình tam giác, có thể mờ góc hoành. Các dấu hiệu trên X-quang là độ mờ đồng nhất không rõ ràng che khuất các mạch máu, dấu hiệu hình bóng bao gồm mất giao diện phổi hoặc mô mềm, hình ảnh chụp X-quang mở rộng màng phổi hoặc khe nứt, nhưng không cắt ngang nó, không có thể tích mất mát [28].



Hình 38. Cấu trúc của phổi

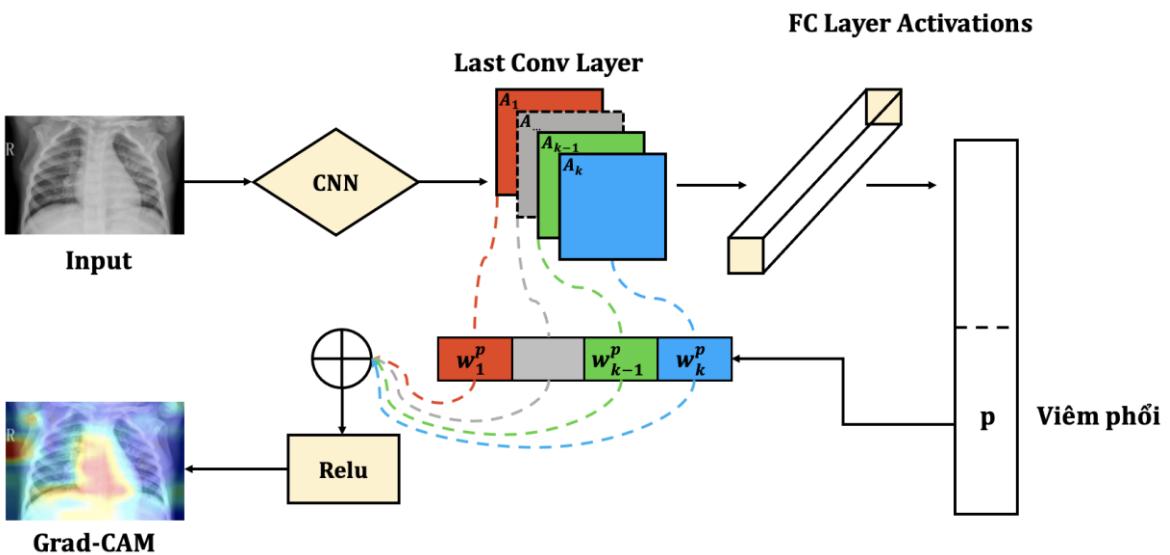
2. Giải thuật Grad-CAM

CAM (Class Activation Map) (Tạm dịch: Bản đồ kích hoạt lớp) là một trong số các kỹ thuật trực quan hóa mạng lưới thần kinh (Visualizing Neural Network). Bản đồ kích hoạt lớp (CAM) là một kỹ thuật đơn giản để tìm thấy những vùng đặc biệt trên bức ảnh liên quan đến class ta cần xác định. Nói cách khác, CAM sẽ cho ta vùng

nhiệt (highlight) có liên quan đến class này, hỗ trợ hiển thị và cải thiện dự đoán mô hình. Đầu ra của lớp tổng hợp trung bình toàn cầu (Global Average Pooling - GAP) được đưa vào lớp kết nối đầy đủ để xác định vùng quan tâm (ROI – Region of Interest) phân biệt được bản địa hóa để phân loại đầu vào cho các lớp liên quan của chúng. Thực hiện global average pooling trên các features của các layers conv trước đó. Những features sau đó sẽ được cho vào tiếp một lớp kết nối đầy đủ với hàm kích hoạt Softmax, với cấu trúc đơn giản này ta sẽ xác định ra tầm quan trọng của vùng hình ảnh bằng cách chiếu các trọng số của lớp đầu ra lên feature map được tích chập mà đã thu được từ lớp chập cuối cùng.

Selvaraju và các nhà khoa học khác [29], đã đề xuất kỹ thuật Lập bản đồ kích hoạt lớp có trọng số Gradient (Grad-CAM) làm nổi bật các vùng quan tâm để giải thích trực quan mô hình sử dụng để đưa ra dự đoán. Grad-CAM là một tổng quát của CAM có thể được áp dụng cho CNN. Grad-CAM cung cấp một lời giải thích trực quan cho mạng nơ-ron được kết nối trong khi thực hiện phát hiện. Grad-CAM sử dụng thông tin gradient của lớp kích hoạt, lan truyền ngược lớp tích chập sâu nhất để tạo ra các giải thích. Grad-CAM được áp dụng cho bất kỳ lớp tích chập nào trong khi nhãn dự đoán đã được tính toán bằng cách sử dụng mô hình đầy đủ. Trong hầu hết các trường hợp, lớp tích chập cuối được sử dụng để áp dụng phương pháp này.

Ngoài ra, Grad-CAM sử dụng heatmap (hay còn gọi là biểu đồ nhiệt) để làm rõ chi tiết ảnh X-quang. Heatmap là một công cụ thể hiện dữ liệu trực quan xác định vị trí có bệnh thông qua màu sắc với màu nóng là nơi được xác định vị trí có bệnh và màu lạnh thể hiện không bệnh. Bằng việc tổng hợp toàn bộ dữ liệu thu thập được, heatmap mang đến cái nhìn tổng quan về việc làm rõ chi tiết trên ảnh X-quang ngực. Grad-CAM có thể cung cấp các bằng chứng và dấu hiệu để hình dung các khu vực quan trọng dẫn đến quyết định của mô hình học sâu.



Hình 39. Phương pháp giải thích mô hình Grad-CAM. Các tính năng được sử dụng để phát hiện bệnh viêm phổi được đánh dấu trong bản đồ kích hoạt lớp.

Hình 39 trình bày Grad-CAM làm nổi bật các khu vực viêm phổi trong hình ảnh X-quang bằng cách sử dụng mô hình được đề xuất. Trước hết, ta tính gradient của điểm cho lớp p , được ký hiệu: y^p (trước khi qua hàm Softmax), đối với các kích hoạt feature map của lớp tích chập cuối cùng của mô hình. Giả sử có k feature maps:

$$\frac{\partial y^p}{\partial A^k}$$

Tiếp theo, tính các giá trị alpha bằng trung bình gradients qua chiều rộng và chiều cao của feature map A^k (lần lượt là i và j tương ứng) để có được trọng số quan trọng của nơron:

$$\alpha_k^p = \frac{1}{Z} \sum_i \sum_j \frac{\partial y^p}{\partial A_{ij}^k}$$

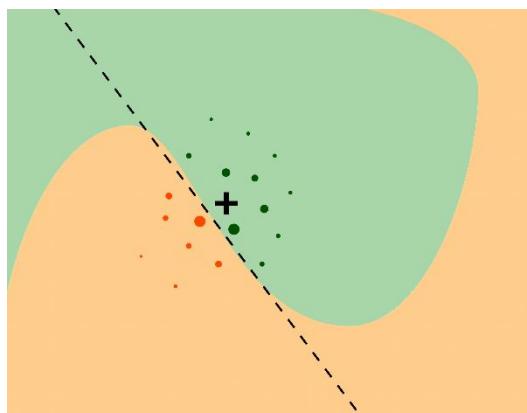
Sau khi có được các giá trị alpha, sử dụng mỗi giá trị alpha làm trọng số của feature map tương ứng và tính tổng trọng số của các feature map dưới dạng biểu đồ nhiệt Grad-CAM. Cuối cùng, áp dụng phép toán ReLU lên biểu đồ ở bước trước đó.

$$ReLU \left(\sum_k w_k^p \right), \text{ với } w_k^p = \alpha_k^p A^k$$

3. Giải thuật LIME

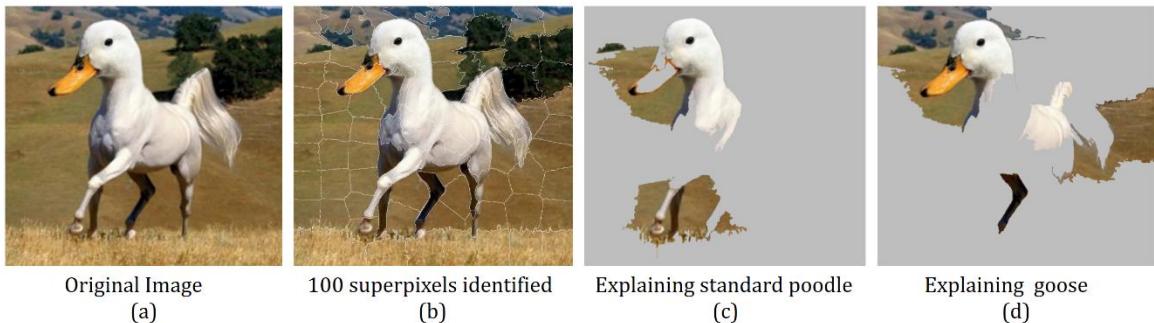
Ribeiro và các nhà khoa học khác đã đề xuất phương pháp giải thích mô hình bất khả tri có thể diễn giải cục bộ (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations - LIME) [30] vào năm 2016. Ý tưởng cơ bản đằng sau việc giải thích mô hình hộp đen cục bộ dễ dàng hơn bằng một mô hình hộp kính đơn giản hơn. LIME là một cách

tiếp cận phổ biến được áp dụng để nâng cao khả năng diễn giải và trực quan hóa khả năng giải thích của các thuật toán học sâu (DL). Bên cạnh đó, LIME thường xuyên đưa ra lời giải thích cho một dự đoán duy nhất theo bất kỳ mô hình nào bằng cách đào tạo một mô hình có thể diễn giải đơn giản hơn. Ví dụ: bộ phân loại tuyến tính xung quanh dự đoán thông qua việc tạo ra dữ liệu mô phỏng xung quanh đối tượng bằng cách nhiều ngẫu nhiên và thu được tầm quan trọng của đối tượng địa lý thông qua việc áp dụng một số hình thức lựa chọn đối tượng địa lý. Do đó, LIME đưa ra lời giải thích cụ thể cho từng bệnh nhân cho một phân loại nhất định nhằm tăng cường khả năng cho bất kỳ bộ phân loại nào cung cấp việc sử dụng hiệu quả trong điều kiện lâm sàng.



Hình 40. Phương pháp giải thích mô hình LIME

Giải thích LIME bằng mô hình cục bộ cho thấy các trực hiến thị giá trị của hai biến giải thích liên tục. Các vùng được tô màu tương ứng với các vùng quyết định cho bộ phân loại nhị phân, tức là sự kết hợp các giá trị của hai biến mà mô hình phân loại quan sát vào một trong hai lớp. Thông tin chi tiết là các chữ thập màu đen thể hiện sự quan tâm của quan sát. Các dấu chấm hiển thị dữ liệu nhân tạo đã tạo để hiểu hành vi cục bộ của mô hình phức tạp xung quanh điểm quan tâm. Trong khi đó, đường đứt nét biểu thị một mô hình tuyến tính đơn giản được trang bị để xây dựng phép gần đúng cục bộ trong Hình 40. Hành vi cục bộ của mô hình hộp đen sẽ được giải thích bằng một mô hình đơn giản xung quanh quan sát quan tâm. Mô hình đơn giản hơn đóng vai trò giải thích cục bộ cho mô hình phức tạp hơn.



Hình 41. Minh họa các giải thích của một hình ảnh mà mạng VGG16 thu được với trọng số ImageNet cho hình ảnh nửa con vịt, nửa con ngựa khi sử dụng LIME

Điều quan trọng là phải tách biệt giữa các tính năng và các biểu diễn dữ liệu có thể giải thích được, sử dụng một biểu diễn dễ hiểu đối với con người. Ví dụ: đối với bộ phân loại văn bản là một vectơ nhị phân tương ứng với sự hiện diện hoặc vắng mặt của một từ hoặc đối với phân loại hình ảnh có một biểu diễn có thể giải thích được cũng có thể là một vectơ nhị phân tương ứng thể hiện sự có mặt hoặc không có một mảng liền kề của các pixel tương tự.

$$\xi(x) = \operatorname{argmin}_{g \in G} L(f, g, \pi_x) + \Omega(g) \quad (1)$$

Công thức (1) cho thấy phương pháp LIME sử dụng để giải thích bằng cách sau:

- $x \in R$ được chỉ định là đại diện trước của một thể hiện được giải thích.
- $g \in G$, trong đó G là một lớp mô hình khả năng có thể diễn giải được như một lời giải thích.
- $\Omega(g)$ là đại lượng đo độ phức tạp của lời giải thích $g \in G$.
- $f(x)$ là xác suất để x thuộc một lớp nào đó.
- $\pi_X(z)$ là một số đo gần để xác định vị trí xung quanh x đến z .

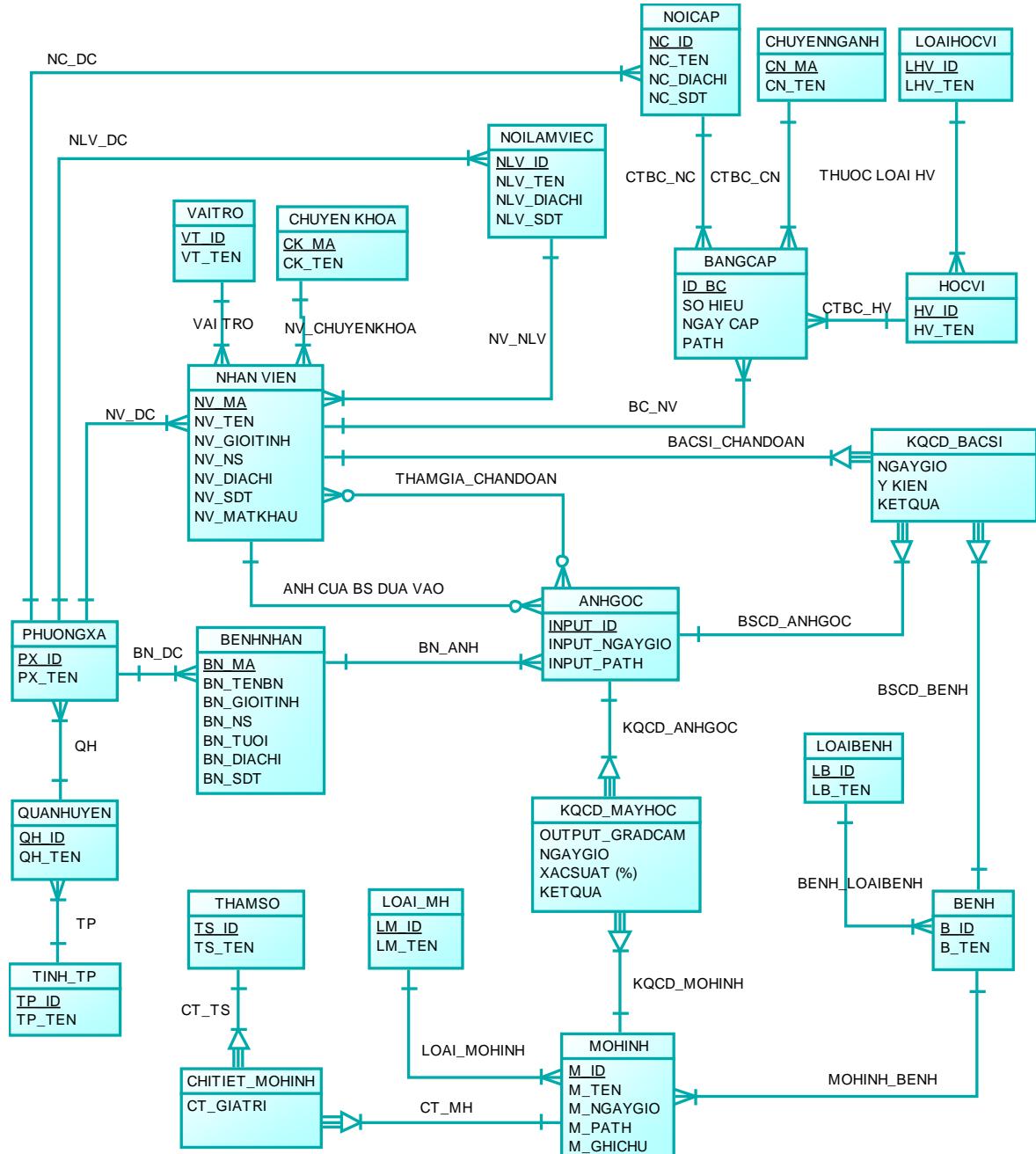
$L(f, g, \pi_X)$ đo g xấp xỉ f tại vùng được xác định bởi π_X . Chúng ta cần giảm $L(f, g, \pi_X)$ để tăng cường khả năng diễn giải và niềm tin vùng, và $\Omega(g)$ phải thấp để con người có thể giải thích được. Ví dụ về các giải thích của một hình ảnh bằng LIME được minh họa trong Hình 41. Hình ảnh gốc thu được trong Hình 41a và 100 superpixel được xác định trong Hình 41b trong khi Hình 41c và Hình 41d cho thấy sự giải thích tương ứng cho lớp chó xù, lớp ngỗng.

4. Lựa chọn giải thuật giải thích mô hình

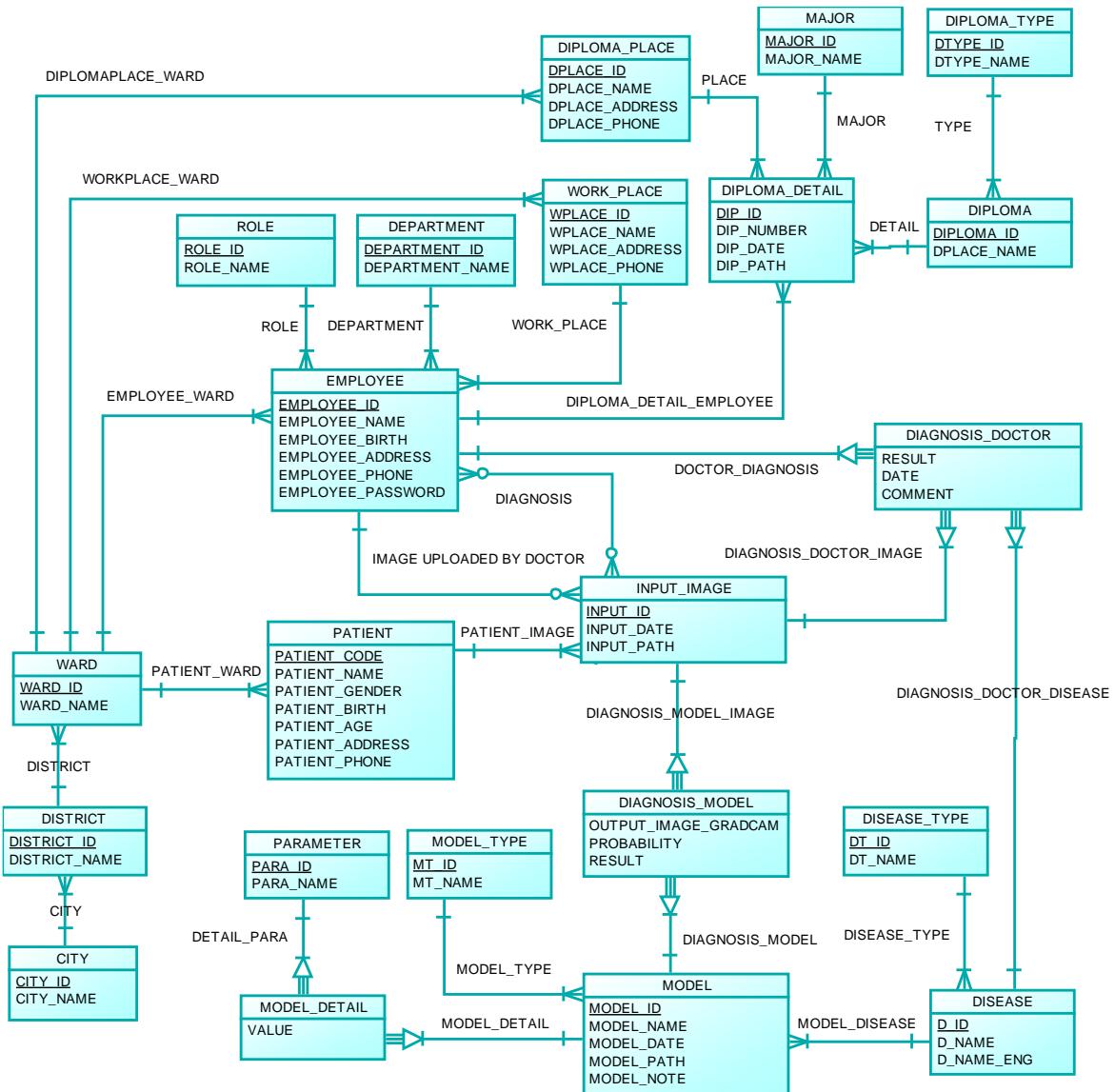
Qua các kết quả thực nghiệm, giải thuật giải thích mô hình Grad-CAM được lựa chọn đưa vào ứng dụng trong hệ thống. Grad-CAM với lợi thế tạo ra ảnh giải thích với mức độ (heatmap) đánh dấu vào vị trí bệnh phổi tạo ra một hình ảnh trực quan rõ ràng hơn và được các chuyên gia đánh giá tốt trong việc làm rõ chi tiết hình ảnh.

IV. THIẾT KẾ THÀNH PHẦN DỮ LIỆU

1. Mô hình dữ liệu mức quan niệm (CDM)



Hình 42. Mô hình dữ liệu mức quan niệm (CDM) (Tiếng Việt)



Hình 43. Mô hình dữ liệu mức quan niệm (CDM) (Tiếng Anh)

Hình 42 (CDM phiên bản Tiếng Việt) và Hình 43 (CDM phiên bản Tiếng Anh) thể hiện mô hình dữ liệu mức quan niệm (CDM) của hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang ngực.

2. Mô hình dữ liệu mức luận lý (LDM)

- * *CITY (CITY_ID, CITY_NAME)*

Mỗi tỉnh/thành phố sẽ được lưu một mã riêng, tên tỉnh/thành phố đó. Mã tỉnh/thành phố làm khóa chính.

- * *DISTRICT (DISTRICT_ID, DISTRICT_NAME, CITY_ID)*

Mỗi quận/huyện sẽ được lưu mã riêng, tên quận/huyện. Mã quận/huyện làm khóa chính và mã thành phố mà quận/huyện trực thuộc làm khóa ngoại.

- * *WARD (WARD_ID, WARD_NAME, DISTRICT_ID)*

Mỗi xã/phường sẽ được lưu mã riêng, tên xã/phường và mã quận/huyện mà xã/phường trực thuộc làm khóa ngoại.

- * *PATIENT (PATIENT_CODE, PATIENT_NAME, PATIENT_GENDER,
PATIENT_BIRTH, PATIENT_AGE, PATIENT_ADDRESS,
PATIENT_PHONE, PATIENT_WARD)*

Mỗi bệnh nhân sẽ được lưu một mã riêng biệt, họ tên, giới tính, ngày sinh, tuổi, số nhà, mã xã/ phường, số điện thoại. Mã bệnh nhân làm khóa chính và mã xã/phường làm khóa ngoại.

- * *ROLE (ROLE_ID, ROLE_NAME)*

Mỗi vai trò có mã vai trò và tên vai trò. Mã vai trò làm khóa chính.

- * *EMPLOYEE (EMPLOYEE_ID, EMPLOYEE_NAME, EMPLOYEE_GENDER,
EMPLOYEE_BIRTH, EMPLOYEE_ADDRESS, EMPLOYEE_WARD,
EMPLOYEE_PHONE, EMPLOYEE_PASSWORD, ROLE_ID,
DEPARTMENT_ID)*

Mỗi nhân viên sẽ được lưu 1 mã riêng biệt, tên nhân viên, giới tính, ngày sinh, địa chỉ, mã xã/ phường, số điện thoại, mật khẩu, mỗi nhân viên sẽ có vai trò riêng. Mã nhân viên làm khóa chính và mã vai trò, mã xã/ phường làm khóa ngoại.

- * *INPUT_IMAGE (INPUT_ID, INPUT_DATE, INPUT_PATH,
PATIENT_CODE, EMPLOYEE_ID)*

Ảnh input để chẩn đoán sẽ được lưu mã riêng, thời gian input, đường dẫn file ảnh, mã bệnh nhân và mã bác sĩ. Mã ảnh làm khóa chính, mã bệnh nhân và mã bác sĩ làm khóa ngoại.

- * *PARAMETER (PARA_ID, PARA_NAME)*

Tham số sẽ có mã riêng, tên tham số. Mã tham số làm khóa chính

* *MODEL_TYPE (MT_ID, MT_NAME)*

Loại mô hình sử dụng chẩn đoán sẽ có mã riêng, tên loại mô hình. Mã loại mô hình làm khóa chính.

* *MODEL (MODEL_ID, MODEL_NAME, MODEL_DATE, MODEL_PATH, MT_ID, D_ID, NOTE)*

Mô hình sử dụng chẩn đoán sẽ được lưu mã loại mô hình, tên mô hình, ngày thêm mô hình, đường dẫn, mã loại mô hình, mã bệnh, ghi chú. Mã mô hình làm khóa chính, mã loại mô hình, mã bệnh làm khóa ngoại.

* *MODEL_DETAIL (MODEL_ID, PARAMETER_ID, VALUE)*

Chi tiết mô hình được sử dụng chẩn đoán sẽ được lưu mã mô hình, mã tham số, giá trị. Khóa chính gồm mã mô hình, mã tham số và mã tham số, mã mô hình làm khóa ngoại.

* *DISEASE_TYPE (DT_ID, DT_NAME)*

Mỗi loại bệnh sẽ có mã riêng, tên loại bệnh. Mã loại bệnh làm khóa chính.

* *DISEASE (D_ID, D_NAME, DT_ID)*

Mỗi bệnh được chẩn đoán sẽ có mã riêng, tên bệnh, mã loại bệnh. Mã bệnh làm khóa chính và mã loại bệnh mà bệnh đó thuộc làm khóa ngoại.

* *DIAGNOSIS_MODEL (INPUT_IMAGE_ID, MODEL_ID, OUTPUT_IMAGE_GRADCAM, DATE, PROBABILITY, RESULT)*

Chẩn đoán của mô hình sẽ được lưu id ảnh được chẩn đoán, mã mô hình sử dụng cho chẩn đoán, ảnh giải thích bệnh, xác suất, kết quả. Id ảnh được chẩn đoán, mã mô hình sử dụng cho chẩn đoán làm khóa chính.

* *DIAGNOSIS_DOCTOR (INPUT_IMAGE_ID, EMPLOYEE_ID, DISEASE_ID, DATE, RESULT, COMMENT)*

Chẩn đoán của bác sĩ sẽ được lưu id ảnh được chẩn đoán, mã bác sĩ thực hiện chẩn đoán, id bệnh chẩn đoán, kết quả, ý kiến. Id ảnh được chẩn đoán, mã bác sĩ thực hiện chẩn đoán, id bệnh chẩn đoán làm khóa chính.

* *EMPLOYEE_IMAGE (EMPLOYEE_ID, INPUT_ID, STATUS, NEW)*

Ảnh cần hội chẩn sẽ được lưu id ảnh, mã bác sĩ chẩn đoán, trạng thái, thông báo. Id ảnh và mã bác sĩ làm khóa chính.

* *DEPARTMENT (DEPARTMENT_ID, DEPARTMENT_NAME)*

Chuyên khoa sẽ được lưu mã chuyên khoa, tên chuyên khoa. Mã chuyên khoa làm khóa chính.

- * *MAJOR (MAJOR_ID, MAJOR_NAME)*

Chuyên ngành sẽ được lưu mã chuyên ngành, tên chuyên ngành. Mã chuyên ngành làm khóa chính.

- * *WORK_PLACE (WPLACE_ID, WPLACE_NAME, WPLACE_ADDRESS,
WPLACE_PHONE, WARD_ID)*

Nơi làm việc sẽ lưu mã làm việc, tên làm việc, địa chỉ, số điện thoại và mã phường xã. Mã nơi làm việc làm khóa chính và mã phường xã làm khóa ngoại.

- * *DIPLOMA_PLACE (DPLACE_ID, DPLACE_NAME, DPLACE_ADDRESS,
DPLACE_PHONE, WARD_ID)*

Nơi cấp bằng sẽ lưu mã nơi cấp, tên nơi cấp, địa chỉ, số điện thoại và mã phường xã. Mã nơi cấp làm khóa chính và mã phường xã làm khóa ngoại.

- * *DIPLOMA_TYPE (DTYPE_ID, DTYPE_NAME)*

Loại học vị sẽ lưu mã loại học vị và tên loại học vị. Mã loại học vị làm khóa chính.

- * *DIPLOMA (DIPLOMA_ID, DIPLOMA_NAME, DTYPE_ID)*

Học vị sẽ lưu mã học vị, tên học vị, mã loại học vị. Mã học vị làm khóa chính và mã loại học vị làm khóa ngoại.

- * *DIPLOMA_DETAIL (DIP_ID, DIP_NUMBER, DIP_DATE, DIP_PATH,
EMPLOYEE_ID, DPLACE_ID, MAJOR_ID, DIPLOMA_ID)*

Bằng cấp sẽ lưu mã bằng cấp, số hiệu, thời gian cấp, đường dẫn ảnh bằng, mã nhân viên, mã nơi cấp, mã chuyên ngành, mã học vị. Mã bằng cấp làm khóa chính, mã nhân viên, mã nơi cấp, mã chuyên ngành, mã học vị làm khóa ngoại.

Các ràng buộc tham chiếu được trình bày trong Bảng 11.

Bảng 11. Ràng buộc tham chiếu

STT	Bảng con (Reference table)		Bảng cha (Primary table)
1	DISTRICT (CITY_ID)	→	CITY (CITY_ID)
2	WARD (DISTRICT_ID)	→	DISTRICT (DISTRICT_ID)
3	PATIENT (WARD_ID)	→	WARD (WARD_ID)
4	WORK_PLACE (WARD_ID)	→	WARD (WARD_ID)
5	DIPLOMA_PLACE (WARD_ID)	→	WARD (WARD_ID)
6	DIPLOMA (DTYPE_ID)	→	DIPLOMA_TYPE (DTYPE_ID)
7	DIPLOMA_DETAIL (EMPLOYEE_ID)	→	EMPLOYEE (EMPLOYEE_ID)
8	DIPLOMA_DETAIL (DIPLOMA_ID)	→	DIPLOMA (DIPLOMA_ID)
9	DIPLOMA_DETAIL (DPLACE_ID)	→	DIPLOMA_PLACE (DPLACE_ID)
10	DIPLOMA_DETAIL (MAJOR_ID)	→	MAJOR (MAJOR_ID)
11	EMPLOYEE (ROLE_ID)	→	ROLE (ROLE_ID)
12	EMPLOYEE (WARD_ID)	→	WARD (WARD_ID)
13	EMPLOYEE (DEPARTMENT_ID)	→	DEPARTMENT (DEPARTMENT_ID)
14	EMPLOYEE (WPLACE_ID)	→	WORK_PLACE (WPLACE_ID)
15	DISEASE (DT_ID)	→	DISEASE_TYPE (DT_ID)
16	INPUT_IMAGE (PATIENT_CODE)	→	PATIENT (PATIENT_CODE)
17	INPUT_IMAGE (EMPLOYEE_ID)	→	EMPLOYEE (EMPLOYEE_ID)
18	MODEL (MT_ID)	→	MODEL_TYPE (MT_ID)
19	MODEL (D_ID)	→	DISEASE (D_ID)
20	MODEL_DETAIL (PARA_ID)	→	PARAMETER (PARA_ID)
21	MODEL_DETAIL (MODEL_ID)	→	MODEL (MODEL_ID)
22	DIAGNOSIS_MODEL (INPUT_ID)	→	INPUT_IMAGE (INPUT_ID)
23	DIAGNOSIS_MODEL (MODEL_ID)	→	MODEL (MODEL_ID)

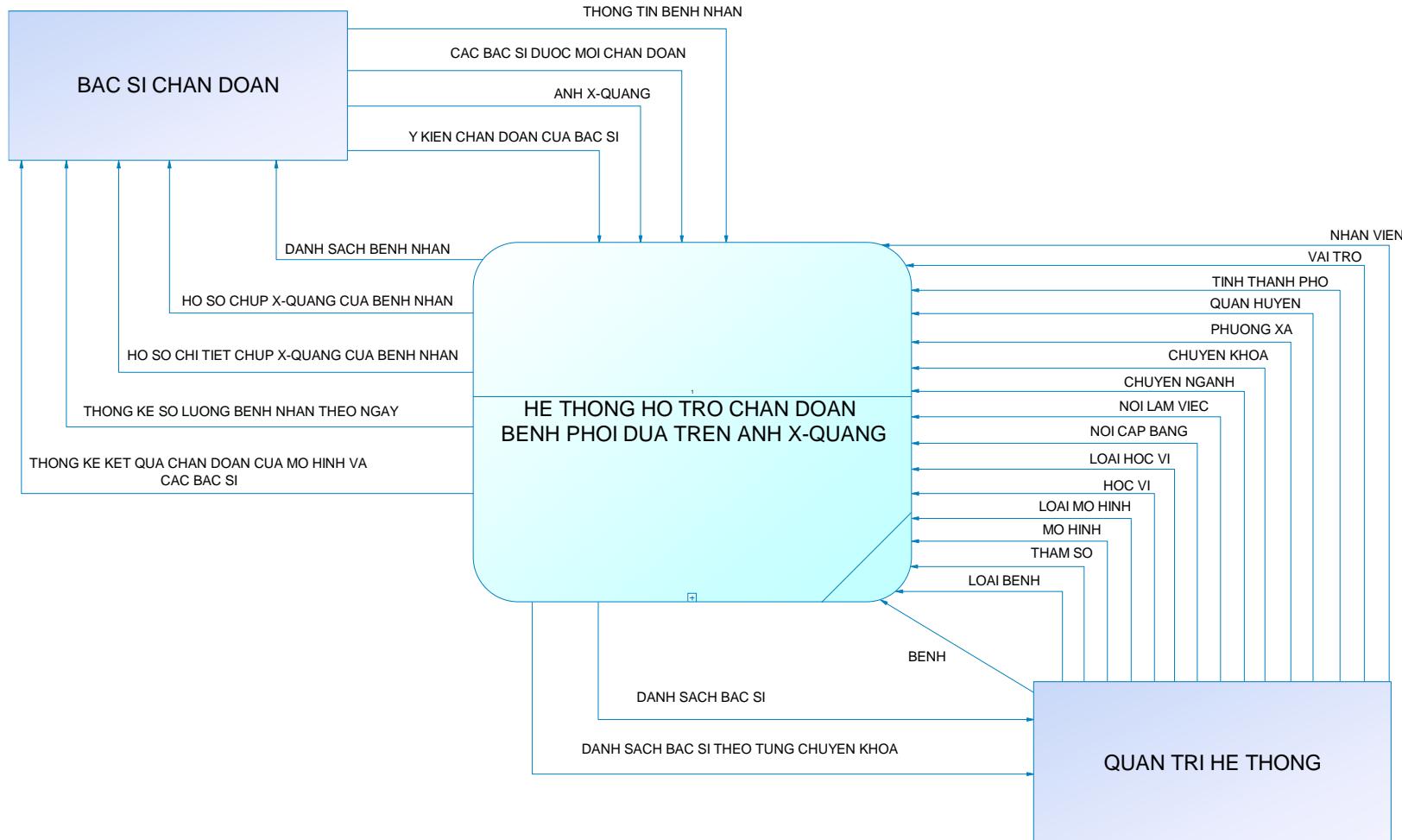
24	DIAGNOSIS_DOCTOR (EMPLOYEE_ID)	→	EMPLOYEE (EMPLOYEE_ID)
25	DIAGNOSIS_DOCTOR (INPUT_ID)	→	INPUT_IMAGE (INPUT_ID)
26	DIAGNOSIS_DOCTOR (D_ID)	→	DISEASE (D_ID)
27	EMPLOYEE_IMAGE (EMPLOYEE_ID)	→	EMPLOYEE (EMPLOYEE_ID)
28	EMPLOYEE_IMAGE (INPUT_ID)	→	INPUT_IMAGE (INPUT_ID)

Mô hình dữ liệu mức vật lý được trình bày tại PHỤ LỤC II (trang 93).

V. THIẾT KẾ THÀNH PHẦN XỬ LÝ

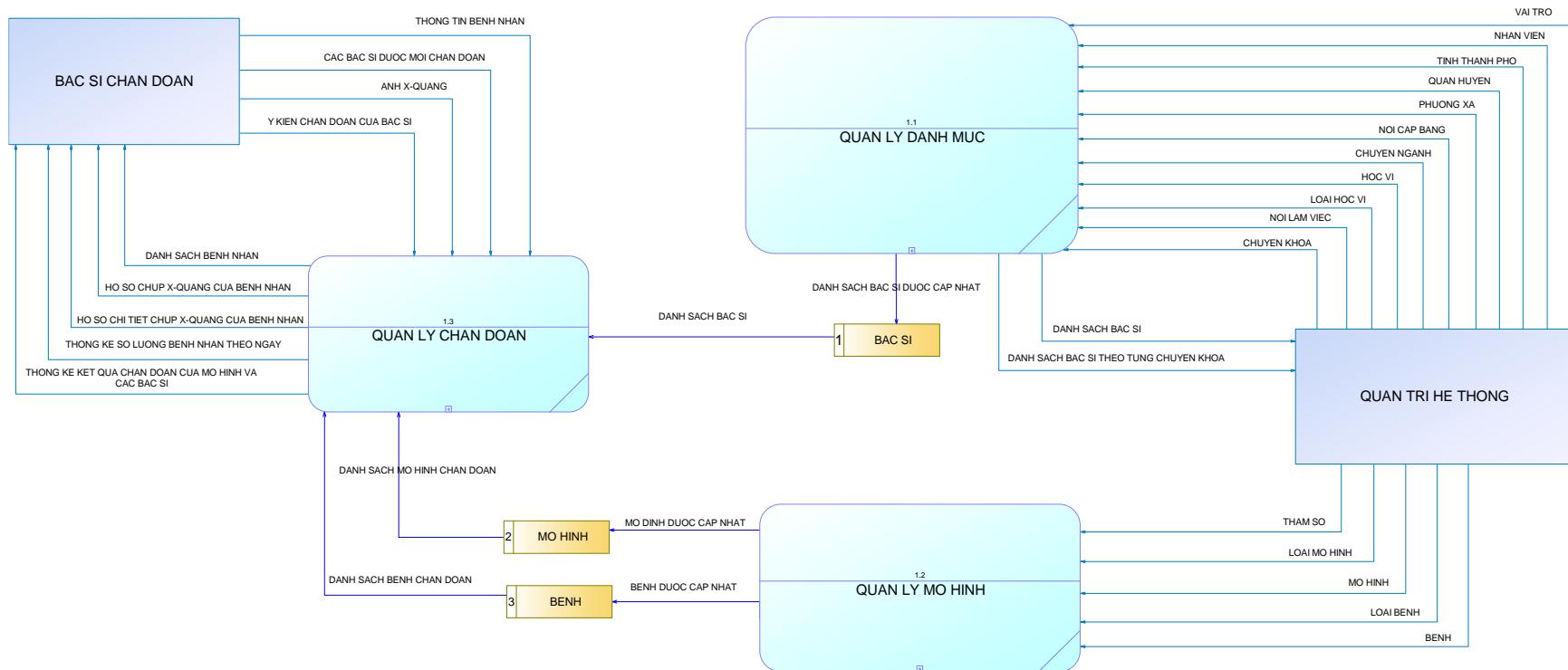
- Hình 44 thể hiện lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh DFD Cấp 0.
- Hình 45 thể hiện lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh DFD Cấp 1.
- Hình 46 thể hiện lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh DFD Cấp 2 phân rã ô xử lý Quản lý chẩn đoán.
- Hình 47 thể hiện lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh DFD Cấp 2 phân rã ô xử lý Quản lý mô hình.
- Hình 48 thể hiện lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh DFD Cấp 2 phân rã ô xử lý Quản lý dữ liệu danh mục.

1. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 0)



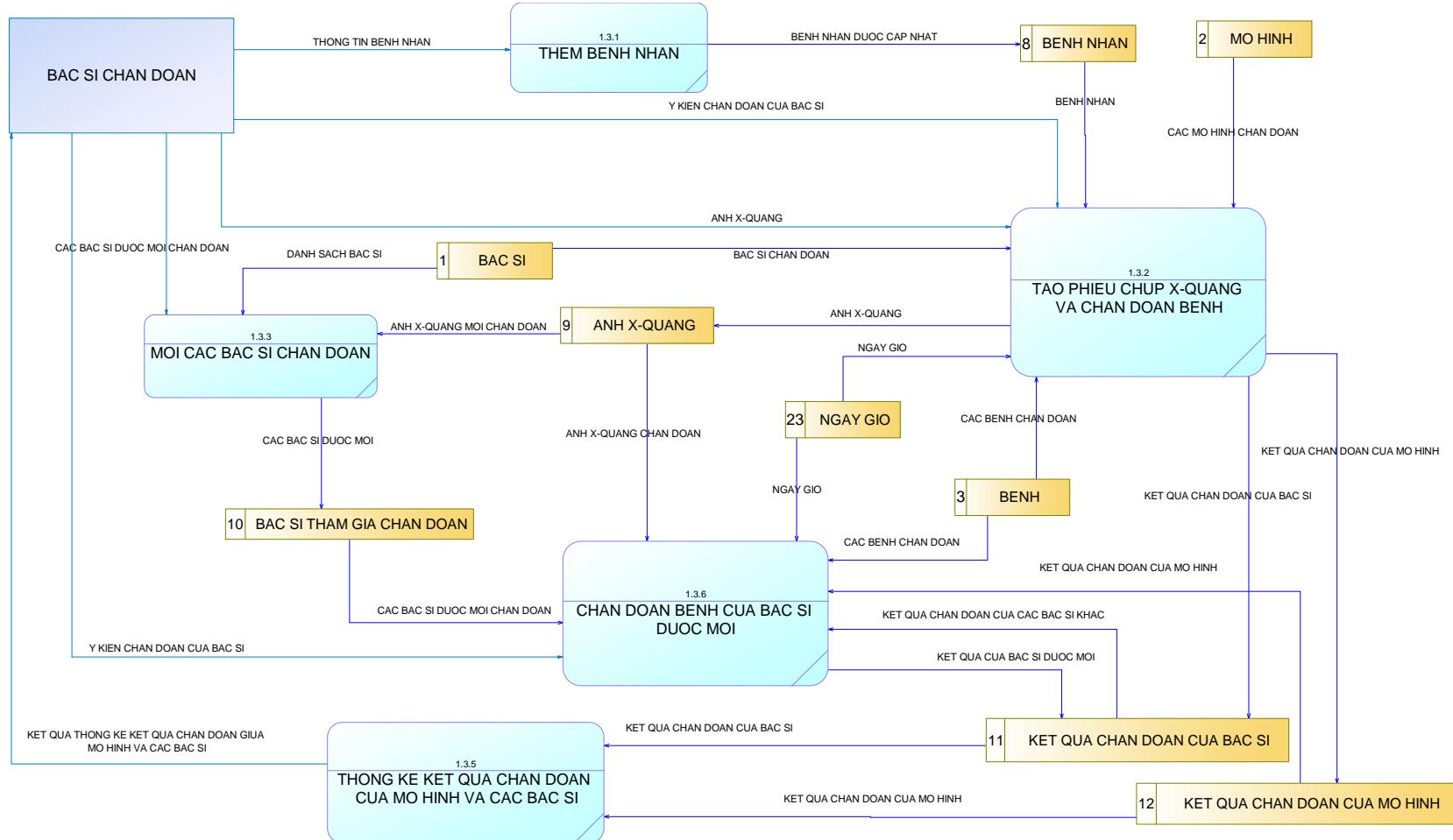
Hình 44. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 0)

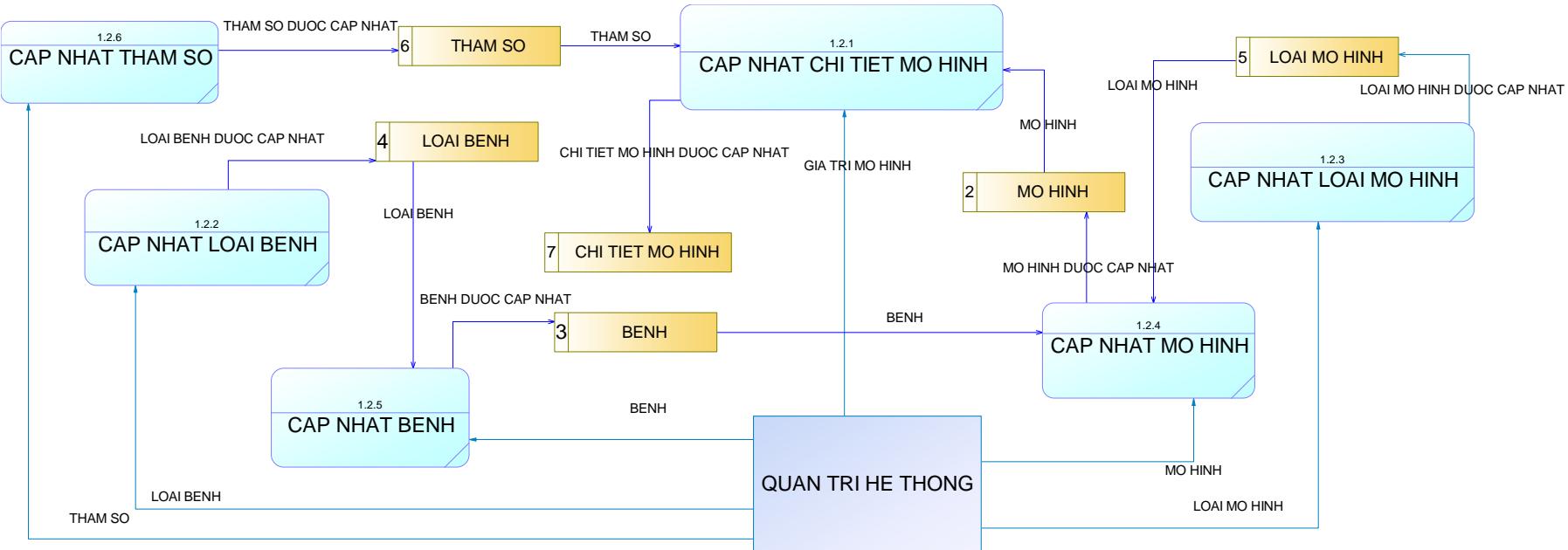
2. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 1)



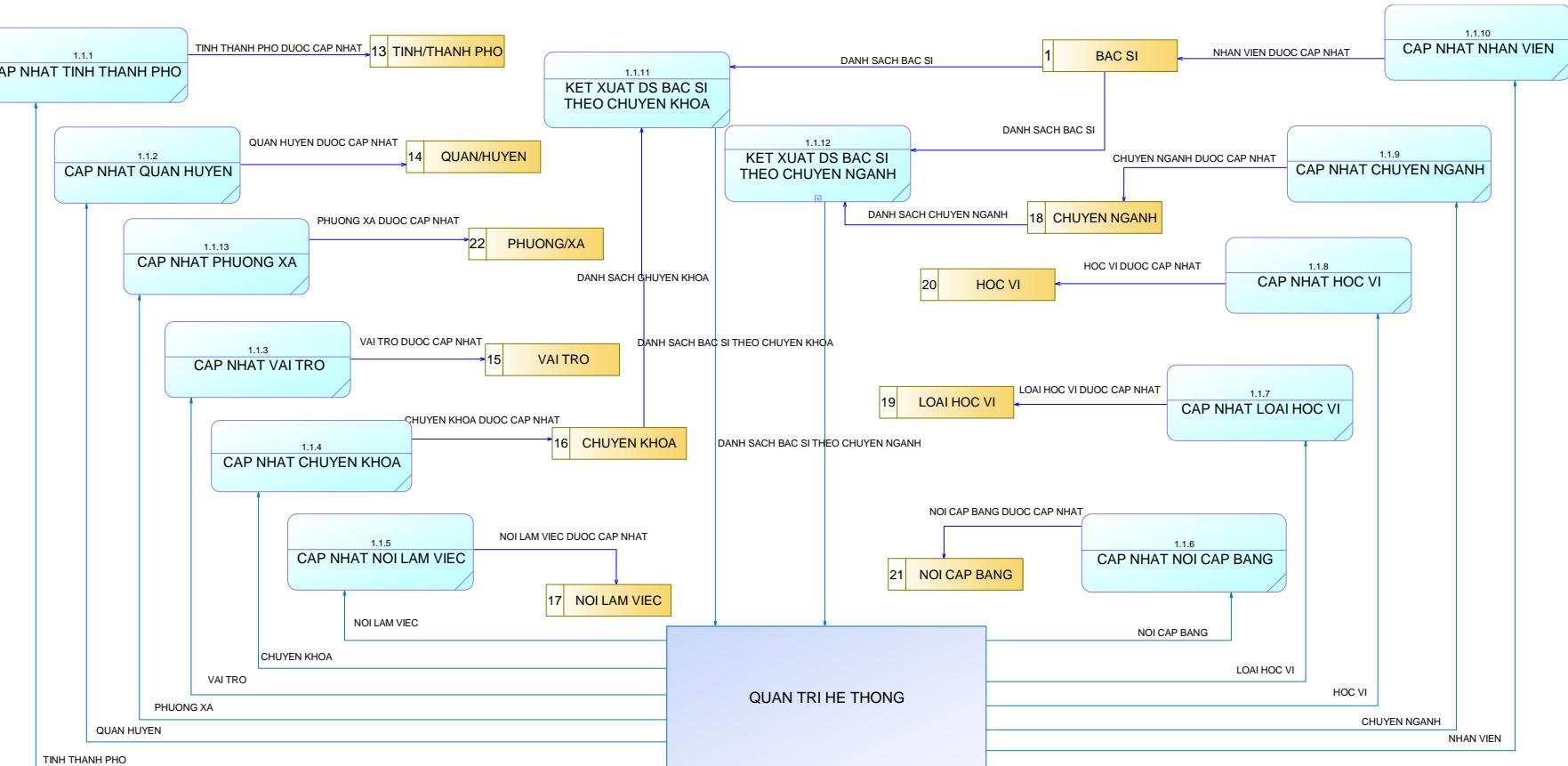
Hình 45. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngữ cảnh (DFD Cấp 1)

3. Lưu đồ dòng dữ liệu mức ngũ cảnh (DFD Cấp 2)





Hình 47. DFD Cấp 2 phân rã ô xử lý Quản lý mô hình

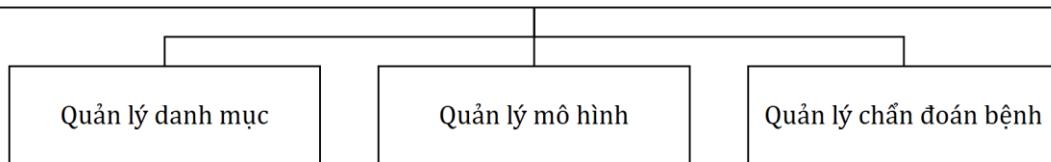


Hình 48. DFD Cấp 2 phân rã ô xử lý Quản lý dữ liệu danh mục

4. Sơ đồ chức năng

Sơ đồ chức năng tổng quan của hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang được trình bày trong Hình 49 gồm ba chức năng chính: quản lý dữ liệu danh mục, quản lý mô hình, quản lý chẩn đoán bệnh.

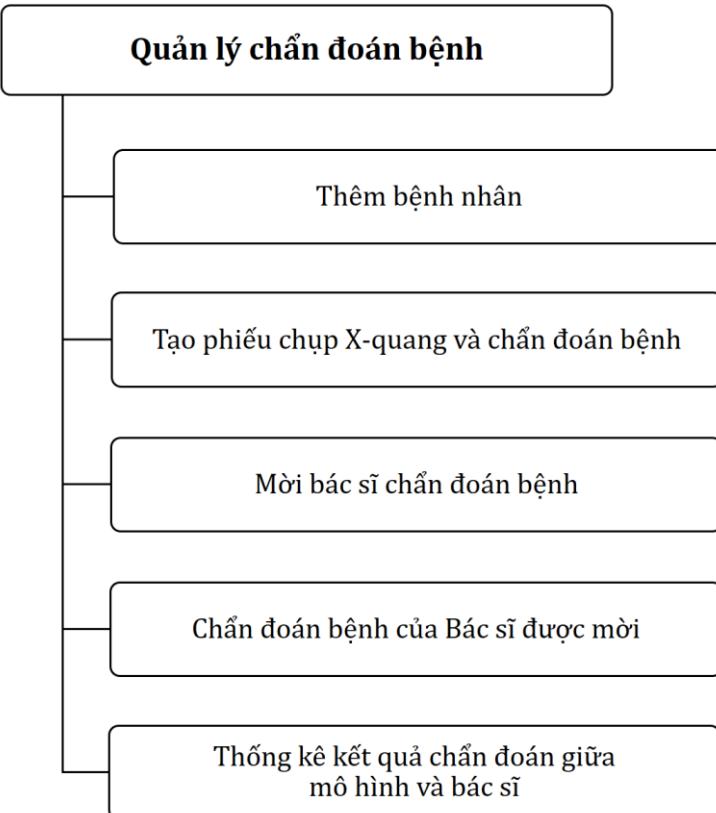
HỆ THỐNG HỖ TRỢ CHẨN ĐOÁN BỆNH PHỔI DỰA TRÊN ẢNH X-QUANG



Hình 49. Sơ đồ chức năng tổng quan của hệ thống

4.1. Quản lý chẩn đoán bệnh

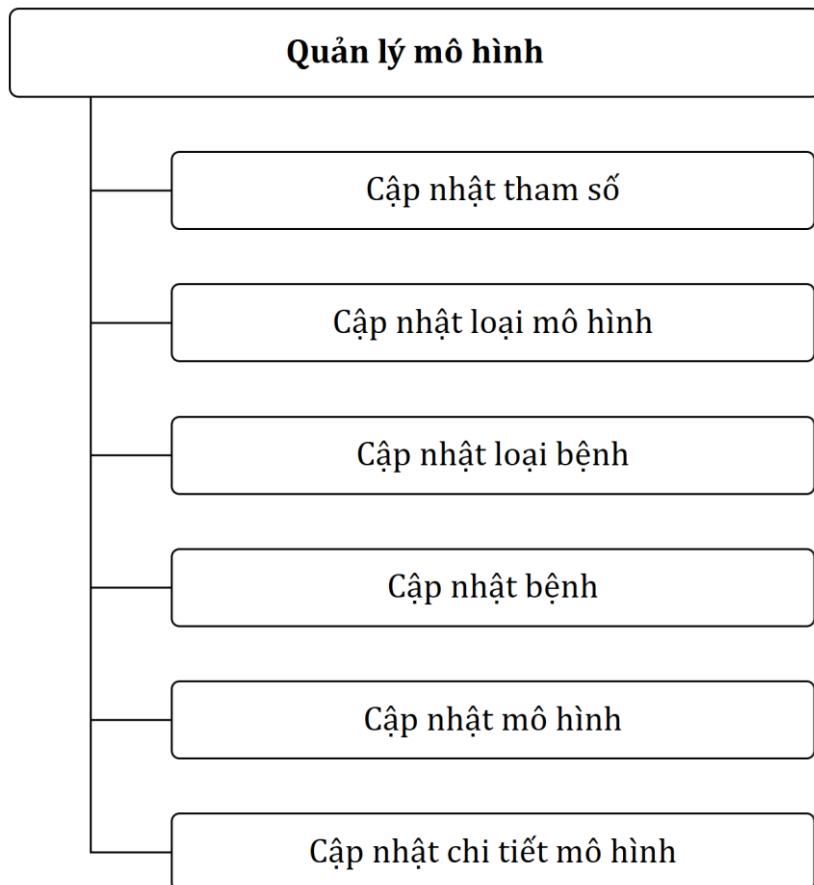
Quản lý chẩn đoán bệnh gồm có 5 chức năng chính gồm: thêm bệnh nhân; tạo phiếu chụp X-quang và chẩn đoán bệnh; mời bác sĩ chẩn đoán bệnh; chẩn đoán bệnh của bác sĩ được mời; thống kê kết quả chẩn đoán giữa mô hình và bác sĩ. Sơ đồ chức năng chẩn đoán bệnh được trình bày trong Hình 50.



Hình 50. Sơ đồ chức năng quản lý chẩn đoán bệnh

4.2. Quản lý mô hình

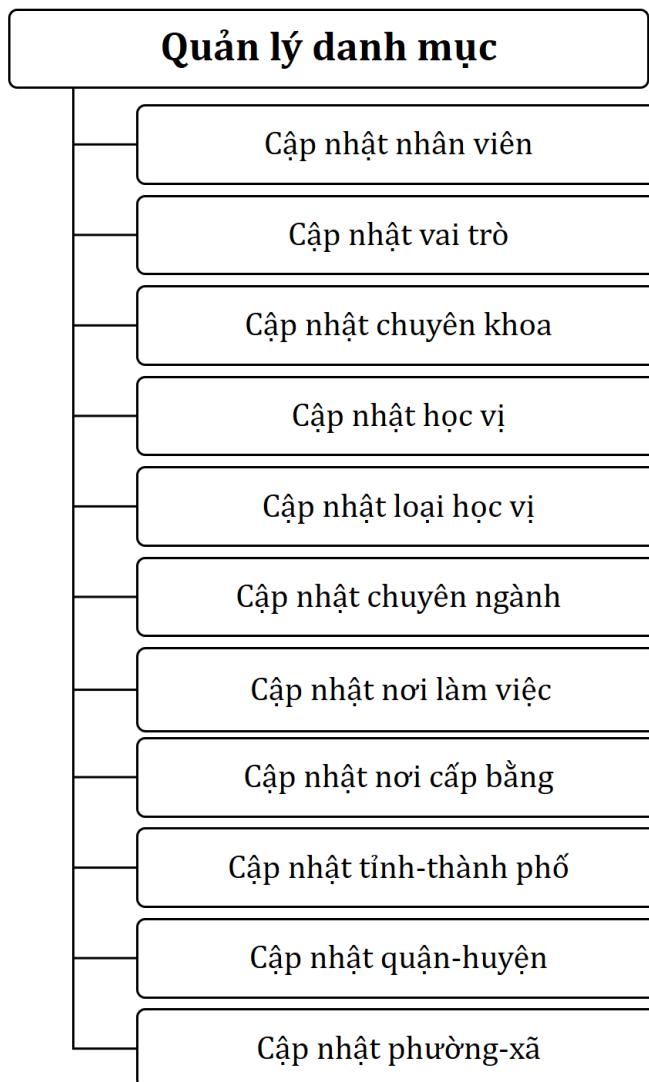
Quản lý mô hình gồm có 6 chức năng chính bao gồm: cập nhật tham số, cập nhật loại mô hình, cập nhật loại bệnh, cập nhật bệnh, cập nhật mô hình và cập nhật chi tiết mô hình. Sơ đồ chức năng quản lý mô hình trình bày trong Hình 51.



Hình 51. Sơ đồ chức năng quản lý mô hình

4.3. Quản lý danh mục

Quản lý mô hình gồm có 11 chức năng chính bao gồm: cập nhật nhân viên, cập nhật vai trò, cập nhật chuyên khoa, cập nhật chuyên ngành, cập nhật nơi làm việc, cập nhật nơi cấp bằng, cập nhật học vị, cập nhật loại học vị, cập nhật tỉnh/thành phố, cập nhật quận/huyện, cập nhật phường/xã. Sơ đồ chức năng quản lý mô hình trình bày trong Hình 52.



Hình 52. Sơ đồ chức năng quản lý danh mục

CHƯƠNG IV. KIỂM THỬ VÀ ĐÁNH GIÁ

I. MỤC TIÊU KIỂM THỬ

Mục tiêu chính là tiến hành thực hiện kiểm thử một số chức năng chính của hệ thống, qua đó đánh giá được tính chính xác và độ tin cậy của các chức năng đã được phát triển. Chương này sẽ trình bày các kịch bản và kết quả kiểm thử cho hai nhóm chức năng của hệ thống sau:

- Kiểm thử các mô hình học sâu và khả năng làm rõ chi tiết ảnh cho chẩn đoán các bệnh phổi như viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ.
- Kiểm thử một số chức năng chính của hệ thống thông tin hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi.

II. KỊCH BẢN KIỂM THỬ

1. Kiểm thử các mô hình học sâu và khả năng làm rõ chi tiết ảnh

1.1. Cấu hình thực nghiệm

Kết quả thực nghiệm được chạy server Ubuntu 18.04 với cấu hình: CPU: 20 cores, Ram: 64G. Mạng nơ-ron tích chập được xây dựng bằng thư viện Keras (Keras là một thư viện Python [44] dễ sử dụng mạnh mẽ để phát triển và đánh giá các mô hình học sâu).

1.2. Cơ sở đánh giá kết quả

Để tài sử dụng hai độ đo để đánh giá hiệu quả huấn luyện của mô hình học sâu là Accuracy (ACC) và AUC (Area Under the Curve).

Với Accuracy là tỷ lệ giữa số lượng dự đoán chính xác với tổng số lượng dự đoán. Giả sử ta có ma trận sau:

		Lớp chính xác	
		Bệnh	Không bệnh
Dự đoán	Bệnh	TP	FP
	Không bệnh	FN	TN

$$ACC = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

- TP (True Positive): Dự đoán đúng người có bệnh
- FN (False Negative): Dự đoán sai người có bệnh thành không bệnh
- TN (True Negative): Dự đoán đúng người không có bệnh
- FP (False Positive): Dự đoán sai người không bệnh thành có bệnh
- ACC để đánh giá tốt khi dữ liệu các lớp là cân bằng.

Khi tỷ lệ giữa số lượng thuộc các lớp trong tập dữ liệu thay đổi trong một bộ thử nghiệm, một mô hình có thể không còn thực hiện tối ưu, hoặc thậm chí khó có thể chấp nhận được. Tuy nhiên, đường cong ROC (Receiver Operating Characteristic curve, Đường cong ROC – AUC (Hình 53) là bất biến đối với những thay đổi trong phân phối lớp. Hay nói cách khác - diện tích dưới đường cong ROC - AUC cũng bất biến khi có những thay đổi trong phân phối lớp. Có thể nói AUC là thước đo để đánh giá mô hình tốt hơn ACC. Vì thế chúng ta sử dụng thêm độ đo AUC để có thể đánh giá, trực quan hóa và so sánh với ACC.

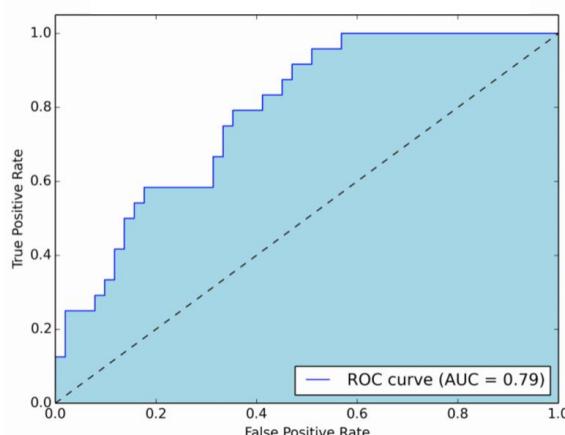
Để tính giá trị AUC, trước hết, ta tính 2 độ đo khác từ Confusion matrix trên là TPR và FPR.

$$\text{True Positive Rate} - \text{TPR} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

Tỷ lệ giữa số lượng dự đoán đúng chính xác người bệnh với tổng số dự đoán cho người có bệnh. Có thể thấy TPR càng cao thì dự đoán người có bệnh càng chính xác.

$$\text{False Positive Rate} - \text{FPR} = \frac{\text{FP}}{\text{FP} + \text{TN}}$$

Tỷ lệ giữa số lượng dự đoán sai người không có bệnh thành có bệnh với tổng số dự đoán cho người không có bệnh. Có thể thấy FPR càng cao thì dự đoán người không có bệnh phân loại càng sai.



Hình 53. Đường cong ROC – AUC

1.3. Kết quả thực nghiệm

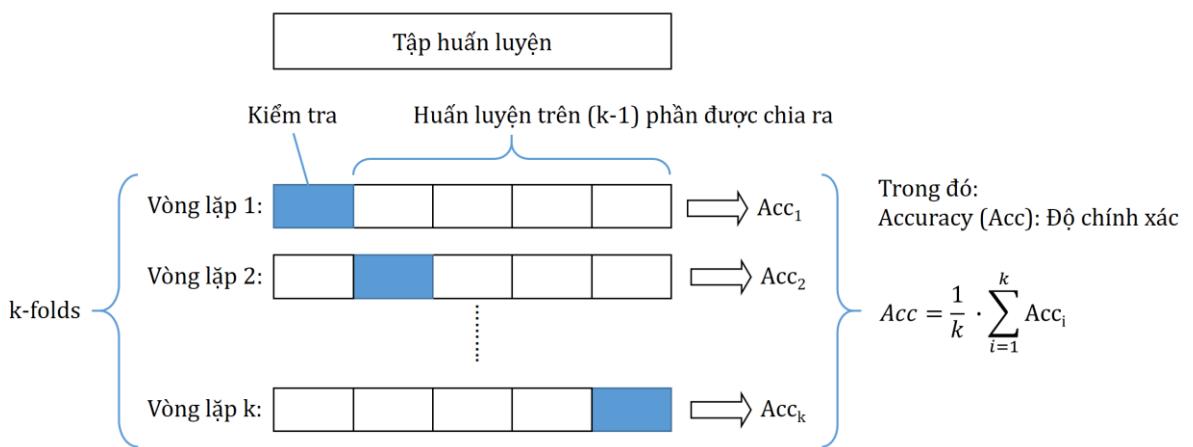
1.3.1. Bệnh viêm phổi (Pneumonia)

* Sử dụng tập dữ liệu Mendeley Data (Chest X-ray Images Pneumonia) [26]

Bảng 12. Tổng hợp kết quả các mô hình CNN để xuất phân loại bệnh viêm phổi

Phương pháp	ACC (%)	AUC (%)	Thời gian huấn luyện (giây)
VGG16 [38]	82.37	-	3127
VGG19 [38]	85.78	-	2508
ResNet50 [15]	69.87	-	3050
MobileNetV2 [39]	63.14	-	1519
CNN-L5F32	96.94	99.18	2633

Với kết quả thực nghiệm hiển thị trong Bảng 12 cho thấy các kiến trúc được huấn luyện cùng một số kỹ thuật dựa trên tăng cường cũng được triển khai để cải thiện hiệu suất. Ứng dụng cross-validation với 10-folds được đưa ra để ước tính hiệu suất của việc sử dụng ảnh X-quang lồng ngực để chẩn đoán bệnh viêm phổi theo phương pháp được đề xuất. Hiệu suất được đánh giá bằng các giá trị trung bình của độ chính xác (Accuracy) và AUC. Kết quả thử nghiệm của tập dữ liệu 5,863 ảnh X-quang bằng việc sử dụng kiến trúc CNN được đề xuất với lớp đầu tiên chứa 32 filters cùng với hàm tối ưu Adam đạt được độ chính xác trung bình 96,94 (%) và AUC 99,18 (%) với thời gian huấn luyện trung bình là 2633 giây. Thực nghiệm chạy từ 1 đến 20 epochs cho mỗi lần huấn luyện.



Hình 54. Minh họa phương pháp đánh giá mô hình k-folds cross-validation

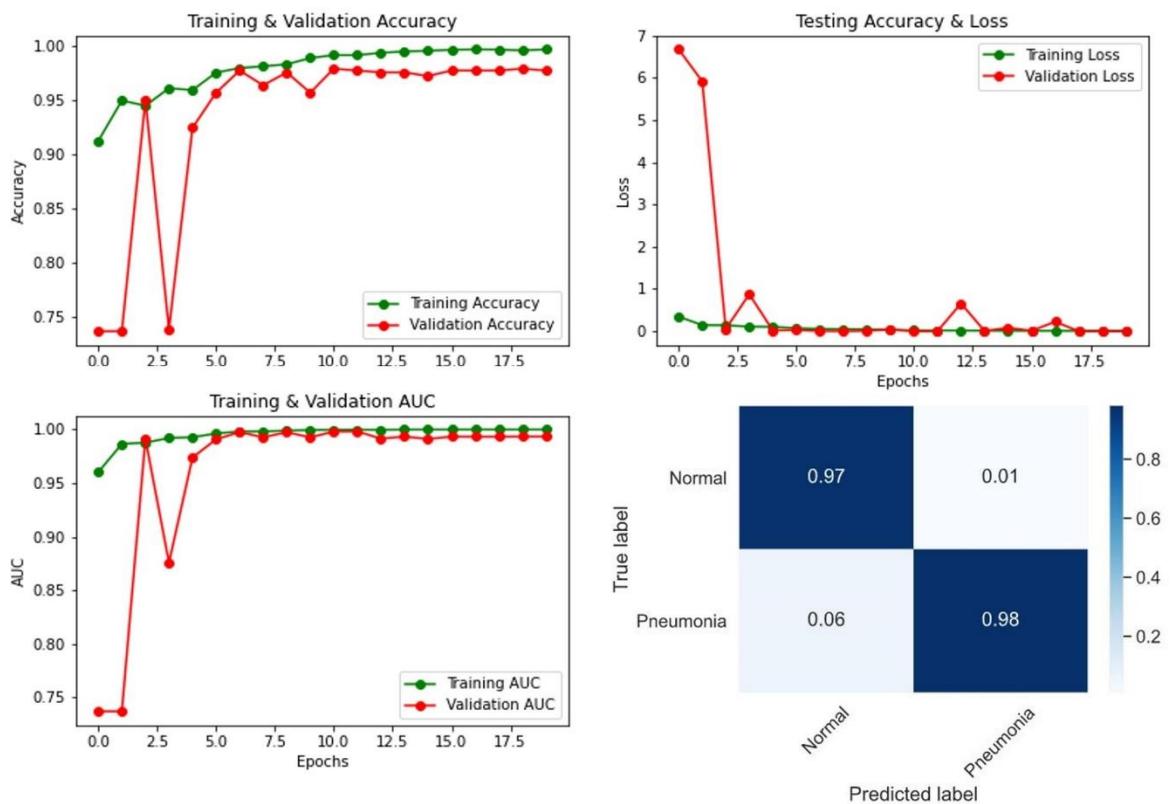
Mô hình phân chia để đánh giá thực nghiệm máy học phổ biến thường được sử dụng là kiểm chứng chéo k lần (k-fold cross-validation) được trình bày trong Hình 54. Đối với cách tiếp cận này, dữ liệu được chia thành k tập đều nhau. Mỗi lần

được sử dụng một phần làm dữ liệu thử nghiệm và mô hình được đào tạo trên phần còn lại của dữ liệu. Hiệu suất của mô hình là trung bình của các kết quả cho tất cả các k lần.

Bảng 13. So sánh kết quả của mô hình CNN để xuất phân loại bệnh viêm phổi với các nghiên cứu liên quan khác

Nghiên cứu	ACC (%)	AUC (%)	Thời gian huấn luyện (giây)
A. Donthi & ctg.[5]	78.90	71.70	-
E. Ayan & ctg.[45]	84.50	87.00	4980
G. Liang & ctg.[46]	90.05	-	-
H. Sharma & ctg.[47]	90.68	-	-
V. K. Sirish & ctg.[48]	92.31	-	-
J. P. Cohen & ctg.[49]	92.80	99.00	-
O. Stephen & ctg.[4]	93.73	-	-
S. Raheel & ctg.[50]	94.30	-	-
A. Saraiva & ctg.[8]	94.40	94.50	-
S. Rajaraman & ctg.[51]	96.20	99.00	-
W. Setiawan & ctg.[43]	96.30	-	-
V. Chouhan & ctg.[52]	96.39	99.34	-
CNN-L5F32	96.94	99.18	2633

Phương pháp để xuất phân loại bệnh viêm phổi dựa trên ảnh X-quang đạt được kết quả tốt hơn so với các phương pháp khác nhau hiện có trên cùng một tập dữ liệu. Tất cả các kết quả được đề cập đều được các tác giả trình bày trong các nghiên cứu tương ứng của họ (Bảng 13).



Hình 55. Đánh giá hiệu suất mô hình CNN để xuất phân loại bệnh viêm phổi

Hiệu suất được đo lường bằng cách sử dụng các tiêu chuẩn để đánh giá hiệu quả huấn luyện của mô hình sau 20 epochs trên dựa trên các chỉ số như Độ chính xác (ACC), AUC, Loss và ma trận hỗn độn được trình bày trong Hình 55. Các biểu đồ đường đều thể hiện thông tin về phương pháp để xuất được đánh giá trong ba thước đo là Accuracy, AUC, Loss. Có thể thấy rằng biểu đồ đường cụ thể là Accuracy thể hiện việc huấn luyện và xác thực có tỷ lệ hiệu suất tăng nhanh chóng cho đến 20 epochs. Tuy nhiên, tại một số thời điểm, độ chính xác đã đạt đến giá trị bão hòa. Tương tự, đối với biểu đồ khác, biểu đồ này cũng minh họa tỷ lệ AUC tăng đáng kể ở giai đoạn đầu và cũng đạt được giá trị ổn định trên 99.18 (%) trong việc phân loại chính xác bệnh viêm phổi.

1.3.2. Bệnh tràn dịch màng phổi (Pleural Effusion)

* Sử dụng tập dữ liệu CheXpert [27]

Bảng 14. Tổng hợp kết quả các mô hình CNN để xuất phân loại bệnh tràn dịch màng phổi

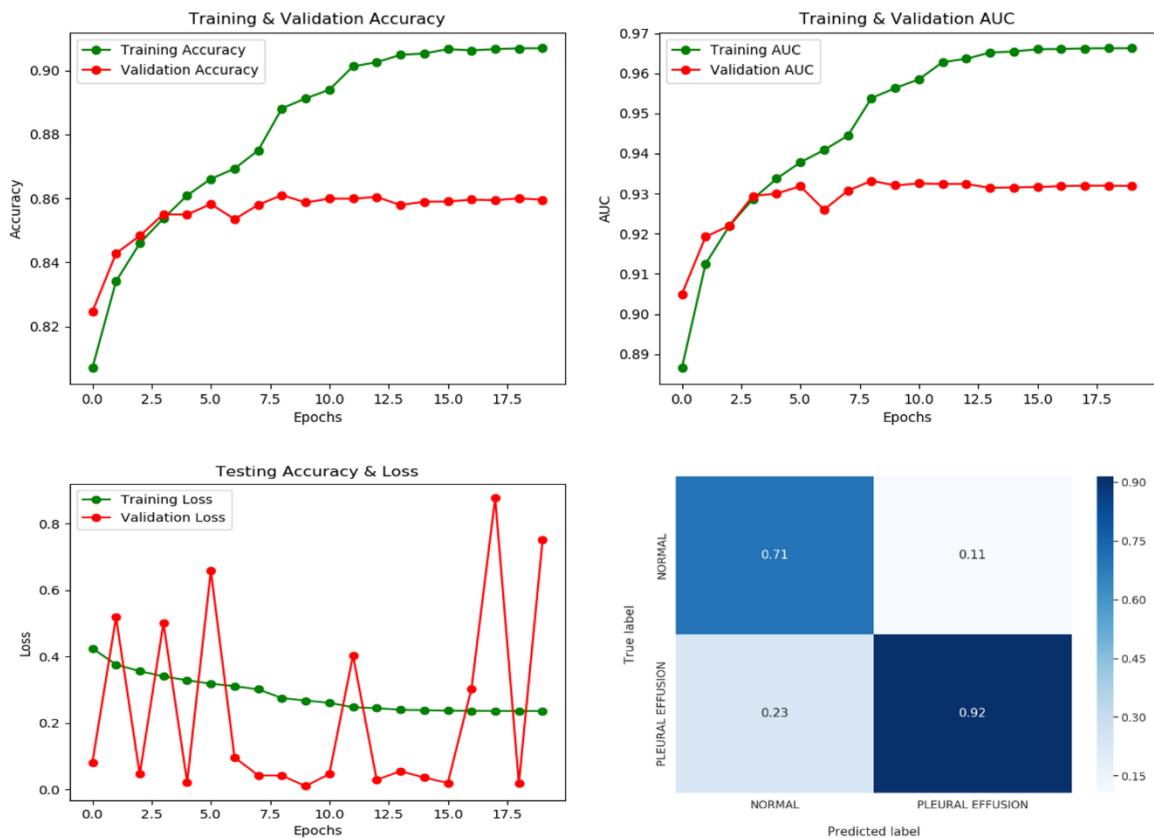
Phương pháp	Hàm tối ưu	ACC (%)	AUC (%)	Thời gian huấn luyện (giây)
CNN-L1F32	Softmax	82.89	90.56	582
CNN-L2F32		84.18	91.83	1232
CNN-L3F32		85.96	93.19	1840
CNN-L1F64		82.49	90.38	591
CNN-L2F64		84.96	92.37	1243
CNN-L3F64		85.59	92.87	2358
CNN-L1F32	Sigmoid	82.92	86.83	577
CNN-L2F32		82.84	86.56	576
CNN-L3F32		85.12	89.75	1255
CNN-L1F64		84.87	89.31	2114
CNN-L2F64		85.96	90.61	1853
CNN-L3F64		86.10	90.86	3544
Resnet [15]	Softmax	76.37	82.76	13224
Xception [42]		81.92	89.78	3831
InceptionResnet V2 [41]		83.00	90.74	4235

Bảng 14 trình bày kết quả thực nghiệm cho thấy các kiến trúc với nhiều lớp tích chập được triển khai để cải thiện hiệu suất. Hiệu suất được đánh giá bằng các giá trị trung bình của độ chính xác (Accuracy) và AUC. Kết quả thử nghiệm của tập dữ liệu 133,211 ảnh X-quang bằng việc sử dụng kiến trúc CNN được đề xuất với lớp đầu tiên chứa 32 filters cùng với hàm tối ưu Adam đạt được độ chính xác trung bình 85.96 (%) và AUC 93.19 (%) với thời gian huấn luyện trung bình là 1840 giây. Thực nghiệm chạy từ 1 đến 20 epochs cho mỗi lần huấn luyện. Ngoài ra, kết quả của mô hình đề xuất đạt độ chính xác và AUC cao hơn các kết quả của mô hình pre-trained như Resnet [15], Xception [42] và InceptionResnetV2 [41].

Bảng 15. So sánh kết quả của mô hình CNN để xuất phân loại bệnh tràn dịch màng phổi với các nghiên cứu liên quan khác

Phương pháp	ACC (%)	AUC (%)	Thời gian huấn luyện (giây)
N. Wall & ctg.[53]	-	92.00	-
R. Singh [54]	-	78.20	-
CNN-L3F32	85.96	93.19	1840

Phương pháp đề xuất phân loại phổi bị mờ dựa trên ảnh X-quang đạt được kết quả tốt hơn so với các phương pháp khác nhau hiện có trên cùng một tập dữ liệu (trình bày trong Bảng 15). Tất cả các kết quả được đề cập đều được các tác giả trình bày trong các nghiên cứu tương ứng của họ.



Hình 56. Dáng giá hiệu suất mô hình CNN phân loại bệnh tràn dịch màng phổi

Hiệu suất được đo lường bằng cách sử dụng các tiêu chuẩn để đánh giá hiệu quả huấn luyện của mô hình sau 20 epochs trên dựa trên các chỉ số như Độ chính xác (ACC), AUC, Loss và ma trận hỗn độn được trình bày trong Hình 56. Các biểu đồ đường đều thể hiện thông tin về phương pháp đề xuất được đánh giá trong ba thước đo là Accuracy, AUC, Loss. Có thể thấy rằng biểu đồ đường cụ thể là Accuracy thể hiện việc huấn luyện và xác thực có tỷ lệ hiệu suất tăng nhanh chóng cho đến 20

epochs. Tuy nhiên, tại một số thời điểm, độ chính xác đã đạt đến giá trị bão hòa. Tương tự, đối với biểu đồ khác, biểu đồ này cũng minh họa tỷ lệ AUC tăng đáng kể ở giai đoạn đầu và cũng đạt được giá trị ổn định trên 93.19 (%) trong việc phân loại chính xác bệnh tràn dịch màng phổi.

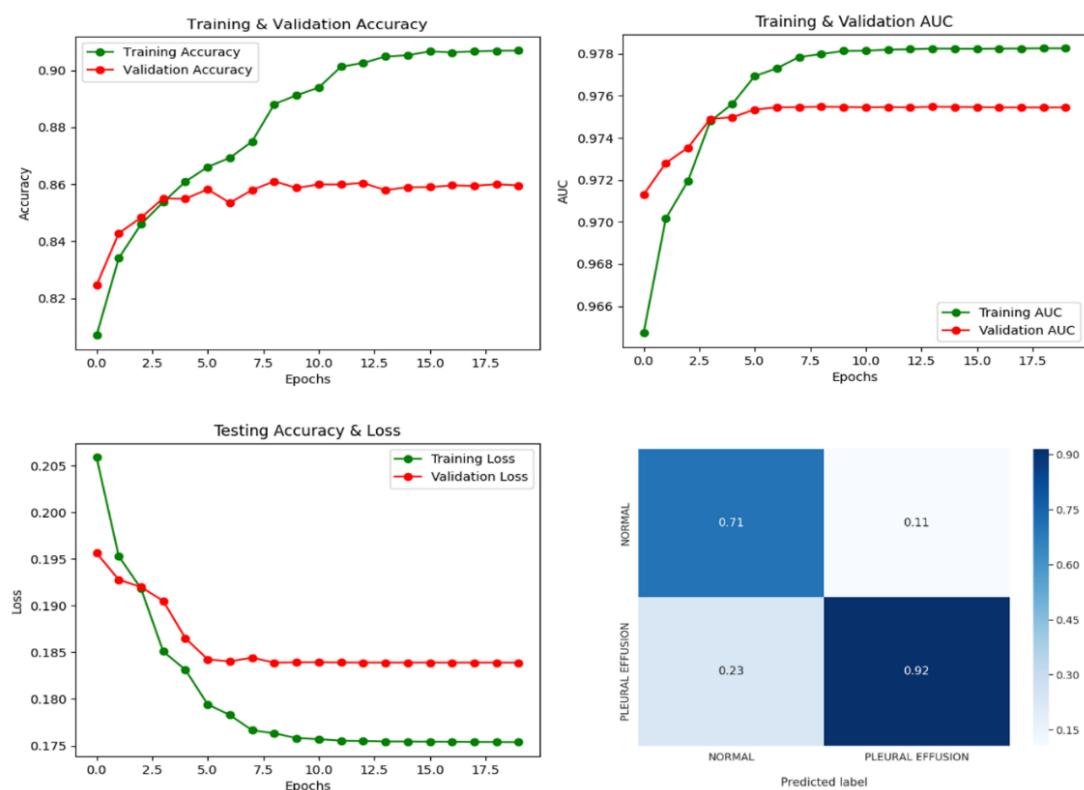
1.3.3. Bệnh phổi bị mờ (Lung Opacity)

* Sử dụng tập dữ liệu CheXpert [27]

Bảng 16. Tổng hợp kết quả của mô hình CNN để xuất phân loại bệnh phổi bị mờ

Phương pháp	ACC (%)	AUC (%)	Thời gian huấn luyện (giây)
CNN-L3F32	94.26	97.54	1184

Bảng 16 trình bày kết quả thực nghiệm được đánh giá bằng các giá trị trung bình của độ chính xác (Accuracy) và AUC. Kết quả thử nghiệm của tập dữ liệu 112,414 ảnh X-quang bằng việc sử dụng kiến trúc CNN được đề xuất với lớp đầu tiên chứa 32 filters cùng với hàm tối ưu Adam đạt được độ chính xác trung bình 94.26 (%) và AUC 97.54 (%) với thời gian huấn luyện trung bình là 1184 giây. Thực nghiệm chạy từ 1 đến 20 epochs cho mỗi lần huấn luyện.



Hình 57. Đánh giá hiệu suất mô hình CNN phân loại bệnh phổi bị mờ

Hiệu suất được đo lường bằng cách sử dụng các tiêu chuẩn để đánh giá hiệu quả huấn luyện của mô hình sau 20 epochs trên dựa trên các chỉ số như Accuracy (ACC), AUC, Loss và ma trận hỗn độn được trình bày trong Hình 57. Các biểu đồ đường đều thể hiện thông tin về phương pháp đề xuất được đánh giá trong ba thước đo là Accuracy, AUC, Loss. Có thể thấy rằng biểu đồ đường cụ thể là Accuracy thể hiện việc huấn luyện và xác thực có tỷ lệ hiệu suất tăng nhanh chóng cho đến 20 epochs. Tuy nhiên, tại một số thời điểm, độ chính xác đã đạt đến giá trị bão hòa. Tương tự, đối với biểu đồ khác, biểu đồ này cũng minh họa tỷ lệ AUC tăng đáng kể ở giai đoạn đầu và cũng đạt được giá trị ổn định trên 93.19 (%) trong việc phân loại chính xác phổi bị mờ.

2. Kịch bản kiểm thử chức năng của hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi

2.1. Chức năng: “Chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ”

PHIẾU CHỤP X-QUANG

Mã số	Họ tên	Giới tính	
20210104102856	Trần Thị Thanh	Nữ	
Tuổi	Ngày sinh	Số điện thoại	
24	12/29/1997	0934567971	
Tỉnh/Thành phố	Quận/huyện	Phường/xã	Địa chỉ
Cần Thơ	Bình Thủy	An Thới	Lê Lợi
Chọn bệnh:			
<input checked="" type="checkbox"/> Tràn dịch màng phổi		<input checked="" type="checkbox"/> Viêm phổi	
<input checked="" type="checkbox"/> Phổi bị mờ		<input checked="" type="checkbox"/> Tất cả	
Hình ảnh đầu vào			
<input type="button" value="Choose File"/> No file chosen			
<input type="button" value="Lưu"/>			

Hình 58. Kiểm thử chức năng chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ

a) Mô tả chức năng

Bác sĩ sử dụng chức năng này để đưa một ảnh X-quang của bệnh nhân đưa vào hệ thống. Sau đó, hệ thống sẽ xử lý và đưa ra các kết quả chẩn đoán liên quan đến từng bệnh phổi (viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ) và cùng với các ảnh X-quang được làm rõ cho từng bệnh dựa trên các mô hình học sâu và giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM). Đồng thời, bác sĩ có thể đưa ra kết luận chẩn đoán và cho ý kiến với từng bệnh tương ứng.

b) Mô tả kịch bản kiểm thử (Hình 58)

* Kịch bản thường:

1. Bác sĩ chọn tạo phiếu chụp X-quang cho bệnh nhân cần chẩn đoán.

2. Hệ thống tiến hành tạo phiếu chụp X-quang đồng thời hiển thị thông tin chi tiết của bệnh nhân.
3. Bác sĩ lựa chọn tất cả các bệnh để hệ thống chẩn đoán tự động.
4. Hệ thống hiển thị chế độ cho phép bác sĩ thêm ảnh X-quang của bệnh nhân.
5. Bác sĩ chọn ảnh X-quang của bệnh nhân.
6. Hệ thống kiểm tra ảnh đưa vào có phải là ảnh X-quang hay không.
7. Hệ thống tiến hành chẩn đoán bệnh dựa trên ảnh mà bác sĩ đưa vào.
8. Hệ thống hiển thị kết quả dự đoán của các mô hình cùng với xác suất và ảnh làm rõ chi tiết cho từng bệnh.
9. Bác sĩ chẩn đoán bệnh bằng việc lựa chọn đồng ý hoặc không đồng ý với kết quả mô hình và đưa ý kiến cho từng bệnh.
10. Bác sĩ chọn lưu kết quả.
11. Hệ thống lưu lại kết quả chẩn đoán của mô hình và bác sĩ vào cơ sở dữ liệu.

* **Kịch bản thay thế**

A1-Mời bác sĩ tham gia hỗ trợ chẩn đoán

- Chuỗi A1 bắt đầu thay đổi ở bước 9
- 9. Bác sĩ chọn lưu và hội chẩn.
- 10. Hệ thống lưu lại kết quả chẩn đoán của mô hình và bác sĩ vào cơ sở dữ liệu, đồng thời hiển thị giao diện để mời các bác sĩ khác tham gia chẩn đoán.
- 11. Bác sĩ lựa chọn các bác sĩ mời chẩn đoán.
- 12. Bác sĩ chọn nút mời hỗ trợ chẩn đoán.
- 13. Hệ thống lưu lại thông tin các bác sĩ được mời chẩn đoán vào cơ sở dữ liệu.

A2-Kiểm tra ảnh đầu vào có phải là ảnh X-quang ngực hay không

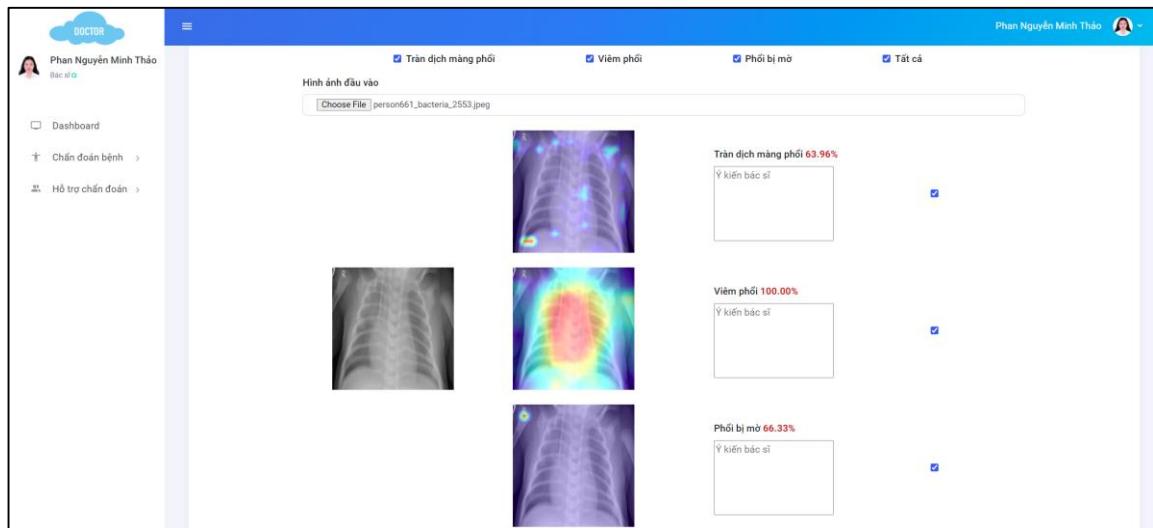
- Chuỗi A1 bắt đầu thay đổi ở bước 6
- 6. Hệ thống kiểm tra ảnh đưa vào không phải là ảnh X-quang
- 7. Hệ thống thông báo cho bác sĩ
- 8. Kịch bản quay lại bước 5

c) Kết quả kiểm thử

* **Kiểm thử theo kịch bản thường:**

Chức năng này cho kết quả như đã thiết kế, được thể hiện trong Hình 59. Trên giao diện hiển thị ảnh gốc và 3 ảnh đã được làm rõ tương ứng với 3 bệnh được chẩn đoán là có bệnh hay không bệnh. Đồng thời, bác sĩ có thể đưa ra chẩn đoán đồng ý hay không đồng ý với kết quả chẩn đoán mô hình.

Luận văn tốt nghiệp đại học – Ngành Hệ thống thông tin

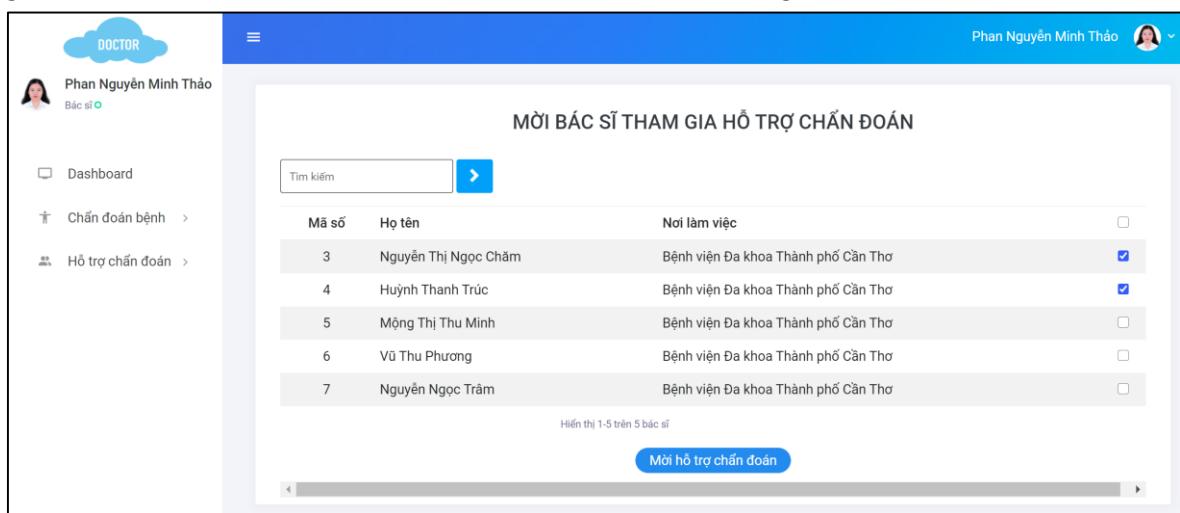


Hình 59. Giao diện chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ

* Kiểm thử theo kịch bản thay thế:

A1-Mời bác sĩ tham gia hỗ trợ chẩn đoán

Chức năng này cho kết quả như đã thiết kế, được thể hiện trong Hình 60. Trên giao diện hiển thị danh sách các bác sĩ có thể mời tham gia chẩn đoán.



Hình 60. Giao diện mời bác sĩ chẩn đoán bệnh

A2-Kiểm tra ảnh đầu vào có phải là ảnh X-quang ngực hay không
Chức năng này cho kết quả như đã thiết kế, được thể hiện trong Hình 61

Hình 61. Giao diện chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ

2.2. Chức năng: “Chẩn đoán bệnh từ bác sĩ được mời”

Hình 62. Kiểm thử chức năng hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi của bác sĩ

a) Mô tả chức năng

Bác sĩ được mời chẩn đoán sử dụng chức năng này để kết luận chẩn đoán và cho ý kiến chẩn đoán với từng bệnh phổi.

b) Mô tả kịch bản (Hình 62)

*** Kịch bản thường:**

1. Bác sĩ chọn chức năng chẩn đoán cho một ảnh X-quang.
2. Hệ thống hiển thị giao diện Hỗ trợ chẩn đoán ảnh X-quang bao gồm các thông tin: thông tin bệnh nhân, ảnh X-quang, kết quả chẩn đoán của mô hình, kết quả chẩn đoán của các bác sĩ, thống kê kết quả chẩn đoán giữa của mô hình và bác sĩ đối với từng bệnh.
3. Bác sĩ chẩn đoán bệnh bằng việc lựa chọn đồng ý hoặc không đồng ý với kết quả mô hình và đưa ý kiến cho từng bệnh.
4. Bác sĩ chọn lưu kết quả.
5. Hệ thống lưu kết quả chẩn đoán vào cơ sở dữ liệu.

III. KẾT QUẢ KIỂM THỬ

1. Kiểm thử mô hình học sâu

Kết quả kiểm thử các mô hình học sâu được trình bày trong Bảng 17.

* Chú thích: VP: Viêm phổi, TDMP: Trần dịch màng phổi, MP: Phổi bị mờ

Bảng 17. Kiểm thử mô hình học sâu

STT	Kịch bản kiểm thử	Số lượng ảnh dự đoán chính xác							Tổng	Kết quả
		VP	TDMP	MP	Không VP	Không TDMP	Không MP	Bình thường		
1	Dữ liệu ảnh X-quang đã được huấn luyện (xuất từ máy chụp X-quang)	20/20	18/20	20/20	20/20	17/20	18/20	-	113/120	Đạt
2	Dữ liệu ảnh X-quang của một bệnh viện tại Thành phố Cần Thơ (xuất từ máy chụp X-quang)	20/20	17/20	17/20	-	-	-	11/20	65/80	Đạt
3	Dữ liệu ảnh X-quang được chụp lại từ thiết bị điện thoại di động	5/5	4/5	3/5	-	-	-	3/5	15/20	Đạt

2. Kiểm thử hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi

Kết quả kiểm thử chức năng hệ thống trợ chẩn đoán bệnh phổi được trình bày trong Bảng 18.

Bảng 18. Kiểm thử hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi

STT	Chức năng	Đầu vào	Đầu ra	Kết quả
1	Chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ	<ul style="list-style-type: none">- Ảnh bệnh nhân.- Kết quả chẩn đoán các bệnh của bác sĩ.- Ý kiến bác sĩ (nếu có).	<ul style="list-style-type: none">- Ảnh giải thích- Kết quả chẩn đoán của các mô hình- Xác suất chẩn đoán của các mô hình- Kết quả chẩn đoán của bác sĩ- Ý kiến của bác sĩ	Đạt
2	Chẩn đoán bệnh phổi của các bác sĩ được mời	<ul style="list-style-type: none">- Kết quả chẩn đoán bệnh phổi của các bác sĩ đã tham gia chẩn đoán.- Ý kiến của các bác sĩ đã tham gia chẩn đoán (nếu có).	<ul style="list-style-type: none">- Kết quả chẩn đoán bệnh phổi của tất cả các bác sĩ tham gia chẩn đoán.- Ý kiến của tất cả các bác sĩ tham gia chẩn đoán (nếu có).	Đạt

Giới thiệu hệ thống được trình bày tại PHỤ LỤC IV (trang 110).

PHẦN 3. KẾT LUẬN

I. KẾT LUẬN

1. Kết quả đạt được

Sau 4 tháng thực hiện đề tài xây dựng “**Hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang**”, một số kết quả chính đạt được bước đầu như sau:

- Trên cơ sở kết hợp mô hình CNN và giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM), đề tài đã xây dựng được ba mô hình chẩn đoán bệnh phổi (viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ) có độ chính xác tương đối cao và cải thiện được thời gian chẩn đoán, đồng thời đưa ra các hình ảnh làm rõ các chi tiết ảnh X-quang cho từng bệnh phổi để giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh chính xác hơn.

- Đề tài cũng đã xây dựng được hệ thống thông tin quản lý bác sĩ tham gia chẩn đoán, quản lý mô hình học sâu và quản lý các kết quả chẩn đoán của mô hình và bác sĩ hình ảnh.

Đề tài cũng hoàn thành các nội dung nghiên cứu đã đặt ra như:

- Về xây dựng mô hình học sâu hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang ngực, các nội dung đã được nghiên cứu: mô hình CNN, các bài báo khoa học liên quan đến việc xây dựng mô hình học sâu để hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên hình ảnh X-quang (được nêu trong tài liệu tham khảo), các độ đo (Accuracy, AUC) hiệu suất phân loại của mô hình học sâu.

- Về xây dựng chức năng làm rõ các chi tiết ảnh X-quang để giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh chính xác, các nội dung chính đã được nghiên cứu hai giải thuật giải thích mô hình của Grad-CAM và LIME.

- Về xây dựng hệ thống thông tin quản lý kết quả chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và các bác sĩ tham gia chẩn đoán, các nội dung đã được thực hiện: xây dựng yêu cầu nghiệp vụ của hệ thống, thiết kế thành phần dữ liệu, thiết kế thành phần xử lý, thiết kế giao diện người-máy, phát triển hệ thống, thu thập dữ liệu kiểm thử và kiểm thử hệ thống.

- Đã nghiên cứu và đưa vào ứng dụng nhiều công cụ, ngôn ngữ và công nghệ như: trình soạn thảo Visual Studio Code và Jupyter Notebook, ứng dụng XAMPP tạo Web server gồm các thành phần quan trọng như MySQL, Apache, PHP; ngôn ngữ lập trình xây dựng website như PHP, HTML, CSS, Javascript, Bootstrap; Laravel Framework, Flask Framework tạo server API; các giải thuật máy học/ học sâu, ngôn ngữ lập trình Python với các thư viện như: keras, opencv, matplotlib, numpy...

Đề tài có những đóng góp về mặt khoa học, mô hình đề xuất và kết quả thực nghiệm đã gửi đến các hội thảo và tạp chí quốc tế uy tín và đến thời điểm này đã có kết quả được chấp nhận xuất bản:

(1) Clinical Decision Support Systems for Pneumonia Diagnosis using Gradient-weighted Class Activation Mapping and Convolutional Neural Networks (The Second International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence - AICI 2021). Nhà xuất bản Springer (chỉ mục Scopus, Scimago).

(2) Pleural Effusion Diagnosis using Local Interpretable Model-agnostic Explanations and Convolutional Neural Network (IEIE Transactions on Smart Processing and Computing). (chỉ mục Scopus, Scimago)

Về mặt thực tiễn, đề tài đã đề xuất một tiếp cận mới trong hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang. Điều này giúp nâng cao độ chính xác cho kết quả chẩn đoán bệnh phổi, giảm thiểu chi phí điều trị cho bệnh nhân trước khi dùng đến các kỹ thuật cao như chụp CT.

2. Hạn chế

Khi kiểm thử bằng các ảnh X-quang thực tế được thu thập từ bệnh viện, các mô hình chẩn đoán bệnh phổi đều cho kết quả phần lớn phù hợp với kết luận chẩn đoán của bác sĩ bệnh viện, nhưng đôi khi cho kết quả không chính xác đối với các ảnh X-quang không bệnh (ảnh X-quang thực tế của bệnh nhân được bác sĩ bệnh viện chẩn đoán không bệnh nhưng mô hình lại chẩn đoán có bệnh). Nguyên nhân có thể do tập dữ liệu huấn luyện và kiểm tra quá chú trọng vào các trường hợp bệnh (số lượng ảnh X-quang có bệnh dùng huấn luyện và kiểm tra chiếm đa số), ngoài ra cũng có thể có một nguyên nhân khác là cường độ sáng của các ảnh thu thập từ bệnh viện đưa vào kiểm thử quá cao (do ảnh X-quang được chụp từ các máy thế hệ mới, tập dữ liệu đã cũ). Đây chỉ là nghi vấn, chưa được nhóm thực hiện nghiên cứu đầy đủ.

Đề tài chỉ mới dừng lại ở việc xây dựng được ba mô hình chẩn đoán bệnh phổi (viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ), chưa có thời gian để xây dựng các mô hình cho các bệnh khác liên quan đến bệnh phổi.

Giải thuật giải thích mô hình (Grad-CAM) cho kết quả không chính xác ở một số trường hợp.

Đối với hệ thống thông tin quản lý bác sĩ tham gia chẩn đoán, quản lý mô hình học sâu và quản lý các kết quả chẩn đoán của mô hình và bác sĩ hình ảnh thì các kết xuất báo cáo, thống kê chưa đa dạng, giao diện người dùng chưa thật sự dễ sử dụng và chuyên nghiệp.

3. Khó khăn

Trong chương trình đào tạo của ngành Hệ thống thông tin không có học phần máy học nên nhóm nghiên cứu phải tự học, điều này dẫn đến kiến thức máy học của nhóm nghiên cứu còn nhiều hạn chế, nhất là các thuật ngữ, kiến trúc và các kỹ thuật liên quan.

Kiến thức về chẩn đoán bệnh phổi liên quan đến kiến thức chuyên sâu của ngành y, nhóm nghiên cứu cũng rất khó để tiếp cận. Các tài liệu bệnh phổi chỉ thu thập chủ yếu thông qua giáo trình giảng dạy của Trường Đại học Y dược Cần Thơ, các công trình và bài báo khoa học, sách giải phẫu y học, sách trực tuyến được chọn lọc.

Kiến trúc mô hình học sâu nói chung và học sâu nói riêng thường khá phức tạp, riêng trong lĩnh vực chẩn đoán bệnh phổi đã có rất nhiều mô hình được nhiều nhà khoa học đề xuất với độ chính xác khá cao. Do đó, việc nghiên cứu để hiểu rõ các mô hình cũng cần nhiều thời gian trong khi thời gian thực hiện đề tài trong một học kỳ là có giới hạn.

Việc lựa chọn tập dữ liệu để huấn luyện và kiểm tra cũng là vấn đề không phải dễ, nếu chọn được tập dữ liệu đáng tin thì mới đạt được các kết quả huấn luyện và kiểm tra như mong muốn.

Việc xây dựng một hệ thống thông tin có tích hợp các chức năng hỗ trợ bác sĩ chẩn đoán bệnh bằng các mô hình học sâu cũng là một khó khăn do thiếu hiểu biết và chưa có kinh nghiệm trong thiết kế hệ thống thông tin. Ví dụ như việc phân chia các phân hệ con như thế nào, việc thiết kế các chức năng sao cho để hỗ trợ bác sĩ chẩn đoán dễ, hay việc phối hợp chẩn đoán của các bác sĩ như thế nào,... tất cả đều là vấn đề khó khăn của nhóm thực hiện đề tài.

II. HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Tiếp tục nghiên cứu cải tiến nâng cao chất lượng chẩn đoán, đồng thời đưa ra các hình ảnh làm rõ các chi tiết ảnh X-quang chính xác hơn cho từng bệnh phổi. Tách ảnh chỉ bao gồm phổi đồng thời trích xuất đặc trưng vùng bất thường để có thể rút ngắn thời gian huấn luyện cũng như nâng cao độ chính xác của mô hình. Bổ sung thêm các mô hình chẩn đoán cho tất cả các bệnh liên quan đến phổi để có thể ứng dụng vào thực tế.

Nghiên cứu đầy đủ các nghiệp vụ về chẩn đoán bệnh phổi tại bệnh viện để làm cơ sở cải tiến hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi được tốt hơn như: xây dựng mô hình giúp phát hiện ra vùng bất thường của phổi và chẩn đoán để đưa ra kết luận bệnh, giao diện người dùng thân thiện và dễ sử dụng hơn, có các kết xuất báo cáo thống kê đầy đủ đa dạng nhằm đáp ứng cung cấp các thông tin hữu ích để hỗ trợ các bác sĩ trong công tác chẩn đoán bệnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] World Health Organization. Coronavirus disease Situation Report–150. Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>.
- [2] vnexpress.net. Ứng dụng công nghệ để mỗi người dân một bác sĩ. Available in: https://vnexpress.net/ung-dung-cong-nghe-de-moi-nguoai-dan-mot-bac-si-4213859.html?fbclid=IwAR1RZ_eh0jqZF-Bt2osC7_I866PT-ePR-sbdl2k7pfJiXZlHM_TG2ZJLMs4.
- [3] X. Wang, Y. Peng, L. Lu, Z. Lu, M. Bagheri, and R.M. Summers. (2017). Chestx-ray8: Hospital-scale chest x-ray databaseand benchmarks on weakly-supervised classificationand localization of common thorax diseases.arXivpreprint arXiv:1705.02315.
- [4] O. Stephen, M. Sain, U. J. Maduh, and D. Jeong. (2019). An Efficient Deep Learning Approach to Pneumonia Classification in Healthcare,” vol. 2019,. <https://www.doi.org/10.1155/2019/4180949>.
- [5] A. Donthi, A. Tammanagari, and A. Huang. (2018). Pneumonia Detection using Convolutional Neural Networks. vol. 21, no. 1, p. 27599.
- [6] D. Y. Urey, C. J. Saul, C. D. Taktakoglu, and C. V Apr. (2019). Early Diagnosis of Pneumonia with Deep Learning. arXiv preprint arXiv:1904.00937.
- [7] P. Rajpurkar, I. Jerem, Z. Kaylie, Y. Brandon, M. Hershel, D. Tony, Y. D. Daisy, B. Aarti, P. L. Curtis, S.S. Katie, P. L. Matthew and Y. Ng. Andrew. (2017). CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning. ArXiv abs/1711.05225.
- [8] A. A. S. Saraiva, N. M. F. Ferreira, L. L. de Sousa, N.J.C. Costa, J.V.M. Sousa, D.B.S. Santos and V. V. Soares. (2018). Classification of Images of Childhood Pneumonia using Convolutional Neural Networks. <https://www.doi.org/10.5220/0007404301120119>.
- [9] J. Rubin, D. Sanghavi, C. Zhao, K. Lee, A. Qadir, M. Xu-Wilson. (2018). Large Scale Automated Reading of Frontal and Lateral Chest X-Rays Using Dual Convolutional Neural Networks. arXiv preprint arXiv:1804.07839.
- [10] P. Lakhani và B. Sundaram. (2017). Deep learning at chest radiography: automated classification of pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks. Radiology 284(2), 574–582 (2017). <https://www.doi.org/10.1148/radiol.2017162326>.
- [11] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In Proceedings of the 25th

- International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 1 (NIPS'12). Curran Associates Inc., Red Hook, NY, USA, 1097–1105.
- [12] C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke and A. Rabinovich. (2015). Going deeper with convolutions. 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Boston, MA, 2015, pp. 1-9.
<https://www.doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298594>. 2015.
- [13] Q. Guan, Y. Huang, Z. Zhong, Z. Zheng, L. Zheng and Y. Yang. (2018). Diagnose Like a Radiologist: Attention Guided Convolutional Neural Network for Thorax Disease Classification. arXiv preprint arXiv:1801.09927.
- [14] I. M. Baltruschat, H. Nickisch, M. Grass, T. Knopp and A. Saalbach. (2019). Comparison of Deep Learning Approaches for MultiLabel Chest X-Ray Classification.”. ArXiv: 1803.02315 Scientific Reports 9 (2019).
- [15] H. Kaiming, Z. Xiangyu, R. Shaoqing and S. Jian. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). pp. 770-778.
<https://www.doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>.
- [16] S. Candemir, and A. Sameer. (2019). A review on lung boundary detection in chest X-rays.” International journal of computer assisted radiology and surgery vol. 14,4, pp.563-576. <https://www.doi.org/10.1007/s11548-01901917-1>.
- [17] H. T. Nguyen, H. T. Huynh, T. B. Tran, H. X. Huynh. (2020). Explanation of the Convolutional Neural Network Classifying Chest X-Ray Images Supporting Pneumonia Diagnosis. EAI Endorsed Transactions on Context-aware Systems and Applications. ISSN: 24090026. Vol. 7.
<https://www.doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.165349>. 2020.
- [18] R. R. Selvaraju, M. Cogswell, A. Das, R. Vedantam, D. Parikh and D. Batra. (2017). Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-Based Localization. IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), Venice, 2017, pp. 618-626.
<https://www.doi.org/10.1109/ICCV.2017.74>. 2017.
- [19] H. Tang, and Z. Hu. (2020). Research on Medical Image Classification Based on Machine Learning,” in IEEE Access, vol. 8, pp. 9314593154.
<https://www.doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2993887>.
- [20] R. Singh, M. K. Kalra, C. Nitiwarangkul, J. A. Patti, F. Homayounieh, A. Padole, P. Rao, P. Putha, V. V. Muse, A. Sharma and S. R. Digumarthy. (2018). Deep learning in chest radiography: Detection of findings and

- presence of change. PLoS One.13(10):e0204155. Published 2018 Oct 4. <https://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0204155>.
- [21] X. Wang, J. Yu, Q. Zhu, S. Li, Z. Zhao, B. Yang and J. Pu. (2019). Potential of deep learning in assessing pneumoconiosis depicted on digital chest radiography. Occup Environ Med. 2020. <https://www.doi.org/10.1136/oemed-2019-106386>.
- [22] TS. BS. Ngô Văn Truyền (2019). Giáo trình nội bệnh lý 2. Lưu hành nội bộ. Trường Đại học Y dược Cần Thơ.
- [23] drugs.com, Available in: <https://www.drugs.com/health-guide/pneumonia.html>
- [24] J. Wu, Q. Zhang, and G. Xu. (2017). Tiny ImageNet Challenge. cs231n, Stanford University. Available in: <http://cs231n.stanford.edu/reports/2017/pdfs/930.pdf>.
- [25] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. pp. 1097–1105, 2012.
- [26] D. Kermany, K. Zhang and M. Goldbaum. (2018) Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Images for Classification. Mendeley Data, v2. <https://www.doi.org/10.17632/rscbjbr9sj.2>.
- [27] J. Irvin, P. Rajpurkar, M. Ko, Y. Yu, S. Ciurea-Ilcus, C. Chute, H. Marklund, B. Haghgoo, R. Ball, K. Shpanskaya, J. Seekins, D. A. Mong, S. S. Halabi, J. K. Sandberg, R. Jones, D. B. Larson, C. P. Langlotz, B. N. Patel, M. P. Lungren, Y. Ng. Andrew. (2019). CheXpert: A Large Chest Radiograph Dataset with Uncertainty Labels and Expert Comparison. Available in webiste: <https://stanfordmlgroup.github.io/competitions/chexpert>.
- [28] D. L. Kasper, A. Fauci, S. Hauser, D. Longo, J. Larry Jameson, and J. Loscalzo. (2015). Harrison's principles of internal medicine (19th edition). Publisher: McGraw Hill Professional, ISBN: 978-0-07-180216-1.
- [29] R. R. Selvaraju, M. Cogswell, A. Das, R. Vedantam, D. Parikh and D. Batra. (2016). Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-based Localization. International Journal of Computer Vision, volume 128, pp. 336–359, ISSN: 2380-7504. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11263-019-01228-7>.
- [30] M.T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin. (2016). Why should i trust you?: Explaining the predictions of any classifier. In:Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. ACM. 2016, pp. 1135–1144. 2016. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939778>.

- [31] D. H. Hubel, and T. N. Wiesel. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *The Journal of physiology*, 160(1), 106.
- [32] K. Eckle, and J. S. Hiebe. (2019). A comparison of deep networks with ReLU activation function and linear spline-type methods. 110, pp. 232–242 (2019). <https://www.doi.org/10.1016/j.neunet.2018.11.005>
- [33] S. Ren, D.K. Jain, K. Guo, T. Xu, and T. Chi. (2019). Towards efficient medical lesion image superresolution based on deep residual networks. 75, pp.1–10 (2019). <https://www.doi.org/10.1016/j.image.2019.03.008>
- [34] Y. Zheng, B.K. Iwana, and S. Uchida. (2019). Mining the displacement of max-pooling for text recognition. *Pattern Recogn.* 93, pp.558–569. <https://www.doi.org/10.1016/j.patcog.2019.05.014>
- [35] P.S.S.S. Bhumika, and P.A. Nayyar. (2013). A review paper on algorithms used for text classification. *Int. J. Appl. Innov. Eng. Manage.* 3(2), pp.90–99.
- [36] A. Kukkar, R. Mohana, A. Nayyar, J. Kim, B.G. Kang, and N . Chilamkurti. (2019). A novel deeplearning-based bug severity classification technique using convolutional neural networks and random forest with boosting. *Sensors* 19(13), 2964. <https://www.doi.org/10.3390/s19132964>.
- [37] S.H. Khan, M. Hayat, and F. Porikli. (2019). Regularization of deep neural networks with spectral dropout. *Neural Netw.* 110, pp.82–90. <https://www.doi.org/10.1016/j.neunet.2018.09.009>.
- [38] K. Simonyan, and A. Zisserman. (2015). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition,” in ICLR, 2015, pp.1–14. arXiv preprint arXiv:1409.1556.
- [39] M. Sandler, A. Howard, M. Zhu, A. Zhmoginov and L. C. Chen. (2018). MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 4510-4520. <https://doi.org/10.1109/cvpr.2018.00474>.
- [40] S. Christian, V. Vincent, I. Sergey, S. Jonathon, and W. Zbigniew. (2016). Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). <https://www.doi.org/10.1109/CVPR.2016.308>.
- [41] S. Christian, I . Sergey, V. Vincent, and A. Alex. (2016). Inception-v4, Inception-ResNet and the Impact of Residual Connections on Learning. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). <https://www.doi.org/10.1109/CVPR.2016.308>

- [42] F. Chollet. (2017). Xception: Deep Learning with Depthwise Separable Convolutions. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1800-1807.
<https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.195>.
- [43] W. Setiawan, M. Utoyo, and R. Rulaningtyas. Classification of neovascularization using convolutional neural network model. vol. 17, no. 1, pp.463–473. <https://www.doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v17i1.11604>.
- [44] Python. Available in: <https://docs.python.org/3/>
- [45] E. Ayan, and H.M. Unver. (2019). Diagnosis of Pneumonia from Chest X-Ray Images Using Deep Learning . In Proceedings of the 2019 Scientific Meeting on Electrical-Electronics and Biomedical Engineering and Computer Science (EBBT), Istanbul, Turkey, 24–26 April 2019, pp. 1–5.
<https://www.doi.org/10.1109/EBBT.2019.8741582>.
- [46] G. Liang, and L. Zheng. (2020). A transfer learning method with deep residual network for pediatric pneumonia diagnosis. Computer methods and programs in biomedicine, 187, p.104964.
<https://www.doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.06.023>.
- [47] H. Sharma, H. Sharma, J. S Jain, P. Bansal, and S. Gupta. (2020). Feature Extraction and Classification of Chest X-Ray Images Using CNN to Detect Pneumonia. 10th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence).
<https://www.doi.org/10.1109/confluence47617.2020.9057809>.
- [48] V.K. Sirish, A. Nayyar, G. Kataria and R. Jain. (2019). Pneumonia Detection Using Convolutional Neural Networks (CNNs). Proceedings of First International Conference on Computing, Communications, and Cyber-Security. Lecture Notes in Networks and Systems 121.
https://www.doi.org/10.1007/978-981-15-3369-3_36.
- [49] J.P. Cohen, P. Bertin and V. Frappier. (2019). A Web Delivered Locally Computed Chest X-Ray Disease Prediction System. arXiv:1901.11210.
- [50] S. Raheel (2019). Automated pneumonia diagnosis using a customized sequential convolutional neural network. In Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Deep Learning Technologies, ICDLT 2019, pages 64–70. <https://www.doi.org/10.1145/3342999.3343001>.
- [51] S. Rajaraman, S. Candemir, I. Kim, G. Thoma and S. Antani. (2018). Visualization and interpretation of convolutional neural network predictions in detecting pneumonia in pediatric chest radiographs.
<https://www.doi.org/10.3390/app8101715>.

- [52] V. Chouhan, S. K. Singh, A. Khamparia, D. Gupta, P. Tiwari, C. Moreira, R. Damasevicius and V. H. C. Albuquerque. (2020). A Novel Transfer Learning Based Approach for Pneumonia Detection in Chest X-ray Images. *Appl. Sci.* 2020, 10, 559. <https://www.doi.org/10.3390/app10020559>.
- [53] N. Wall, M. Palanisamy, and J. Santerre. (2019). Automated Pleural Effusion Detection on Chest X-Rays. *SMU Data Science Review*: Vol. 2:No.2, Article 15. Available in:
<https://scholar.smu.edu/datasciencereview/vol2/iss2/15>.
- [54] R . Singh, MK. Kalra, C. Nitiwarangkul, JA. Patti, F. Homayounieh, and A. Padole. (2018). Deep learning in chest radiography: Detection of findings and presence of change. *PLoS ONE* 13(10): e0204155.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204155>.

PHỤ LỤC

I. BẢNG PHÂN CÔNG CHI TIẾT

Bảng 19. Bảng phân công công việc

Nội dung thực hiện	Người thực hiện
1- Nghiên cứu lựa chọn và xây dựng mô hình học sâu phù hợp để ứng dụng chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang ngực	
- Nghiên cứu mô hình CNN	Phan Nguyễn Minh Thảo
- Nghiên cứu các bài báo khoa học liên quan đến việc xây dựng mô hình học sâu để hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên hình ảnh X-quang.	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Nghiên cứu các độ đo (Accuracy, AUC) hiệu suất phân loại của mô hình học sâu.	Phan Nguyễn Minh Thảo
- Nghiên cứu lựa chọn và xây dựng mô hình học sâu để hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi (viêm phổi, tràn dịch mang phổi, phổi bị mờ) dựa trên hình ảnh X-quang.	Phan Nguyễn Minh Thảo
2- Nghiên cứu các chức năng hỗ trợ làm rõ các chi tiết ảnh X-quang để giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh chính xác	
- Tìm hiểu chuyên môn, nghiệp vụ của bác sĩ trong việc chẩn đoán bệnh phổi dựa trên hình ảnh X-quang.	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Nghiên cứu lựa chọn một trong hai giải thuật giải thích mô hình Grad-CAM và LIME.	Phan Nguyễn Minh Thảo
3- Nghiên cứu sử dụng công cụ, ngôn ngữ và công nghệ	
- Nghiên cứu quy trình thiết kế website và xây dựng trên nền tảng đa giao diện	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm

- Tìm hiểu trình soạn thảo Visual Studio Code và Jupyter Notebook	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Nghiên cứu ứng dụng XAMPP tạo Web Server gồm các thành phần quan trọng như MySQL, Apache, PHP.	Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Tìm hiểu ngôn ngữ lập trình xây dựng website như PHP, HTML, CSS, Javascript, Bootstrap.	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Tìm hiểu Framework Laravel	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Tìm hiểu Framework Flask tạo server API	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Nghiên cứu các giải thuật máy học/ học sâu như ngôn ngữ lập trình Python với các thư viện như: keras, opencv, matplotlib, numpy, ...	Phan Nguyễn Minh Thảo
4- Nghiên cứu xây dựng hệ thống thông tin quản lý kết quả chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ	
- Nghiên cứu xây dựng ba mô hình để chẩn đoán ba bệnh: viêm phổi, tràn dịch màng phổi và phổi bị mờ.	Phan Nguyễn Minh Thảo
- Nghiên cứu ứng dụng giải thuật giải thích mô hình để làm rõ các chi tiết hình ảnh hỗ trợ bác sĩ trong chẩn đoán bệnh phổi.	Phan Nguyễn Minh Thảo
- Nghiên cứu xây dựng hệ thống thông tin quản lý kết quả chẩn đoán bệnh phổi của mô hình và bác sĩ.	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Xây dựng yêu cầu nghiệp vụ của hệ thống	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Thiết kế thành phần dữ liệu quản lý dữ liệu danh mục, quản lý dữ liệu mô hình và quản lý kết quả chẩn đoán	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Thiết kế thành phần xử lý của hệ thống	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm

- Thiết kế giao diện người-máy	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Phát triển hệ thống	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm
- Thu thập dữ liệu kiểm thử	Phan Nguyễn Minh Thảo
- Kiểm thử hệ thống	Nguyễn Thị Ngọc Chăm
5- <i>Viết báo cáo luận văn</i>	Phan Nguyễn Minh Thảo Nguyễn Thị Ngọc Chăm

II. MÔ HÌNH DỮ LIỆU MỨC VẬT LÝ (PDM)

Bảng 20. Bảng patient (bệnh nhân)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	code	varchar	50	✓	✓	✓			Mã BN
2	name	varchar	10			✓			Họ tên
3	gender	varchar	50			✓			Giới tính
4	birth	date				✓			Ngày sinh
5	age	integer	11			✓			Tuổi
6	address	varchar	100			✓			Địa chỉ
7	ward	integer	11			✓		✓	Phường/ Xã
8	district	integer	11			✓		✓	Quận/ Huyện
9	city	integer	11			✓		✓	Tỉnh/ TP
10	phone	varchar	20			✓			SĐT

Bảng 21. Bảng role (vai trò)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	role_id	integer	3	✓	✓	✓			ID
2	role_name	varchar	50			✓			Tên vai trò

Bảng 22. Bảng ward (phường/ xã)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	ward_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	ward_name	varchar	50			✓			Tên Phường/ Xã
3	district_id	integer	11			✓		✓	ID Quận/huyện

Bảng 23. Bảng district (quận/ huyện)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	district_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	district_name	varchar	50			✓			Tên Quận/huyện
3	city_id	integer	11			✓		✓	ID Tỉnh/ Thành phố

Bảng 24. Bảng city (tỉnh/ thành phố)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	city_id	integer	11	✓		✓			ID
2	city_name	varchar	50			✓			Tên Tỉnh/Thành phố

Bảng 25. Bảng disease_type (loại bệnh)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	dt_id	integer	11	✓	✓✓	✓			ID
2	dt_name	varchar	50			✓			Tên loại bệnh

Bảng 26. Bảng disease (bệnh)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	d_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	d_name	varchar	50			✓			Tên bệnh
3	d_name_eng	varchar	50			✓			Tên bệnh
4	d_type	integer	3			✓		✓	ID loại bệnh

Bảng 27. Bảng department (chuyên khoa)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	department_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	department_name	varchar	255			✓			Tên chuyên khoa

Bảng 28. Bảng work_place (nơi làm việc)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	wplace_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	wplace_name	varchar	255			✓			Tên nơi làm việc
3	wplace_address	varchar	255			✓			Địa chỉ
4	wplace_phone	varchar	50			✓			SĐT
5	wplace_ward	integer	11			✓		✓	ID Phường/xã
6	wplace_district	integer	11			✓		✓	ID Quận/huyện
7	wplace_city	integer	11			✓		✓	ID Tỉnh/thành phố

Bảng 29. Bảng employee (nhân viên)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	employee_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	employee_name	varchar	255			✓			Tên NV
3	employee_image	varchar	255			✓			Hình ảnh
4	employee_email	varchar	255			✓			Email
5	employee_birth	date	255			✓			Ngày sinh
6	employee_phone	varchar	255			✓			SĐT
7	employee_address	varchar	255			✓			Địa chỉ
8	employee_role	integer	11			✓		✓	ID Vai trò
9	employee_password	varchar	10			✓			Mật khẩu
10	employee_ward	integer	11			✓		✓	ID Phường/xã
11	employee_district	integer	11			✓		✓	ID Quận/huyện
12	employee_city	integer	11			✓		✓	ID Tỉnh/thành phố
13	employee_department	integer	11			✓		✓	ID Chuyên khoa
14	employee_workplace	integer	11			✓		✓	ID Nơi làm việc

Bảng 30. Bảng diploma_type (loại học vị)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	dtype_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	dtype_name	varchar	255			✓			Tên loại học vị

Bảng 31. Bảng diploma (học vị)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	diploma_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	diploma_name	varchar	255			✓			Tên học vị
3	type_id	integer	11			✓		✓	ID Loại học vị

Bảng 32. Bảng diploma_place (nơi cấp bằng)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	dplace_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	dplace_name	varchar	255			✓			Tên nơi cấp
3	dplace_address	varchar	255			✓			Địa chỉ
4	dplace_phone	varchar	50			✓			SĐT
5	dplace_ward	integer	11			✓		✓	ID Phường/xã
6	dplace_district	integer	11			✓		✓	ID Quận/huyện
7	dplace_city	integer	11			✓		✓	ID Tỉnh/thành phố

Bảng 33. Bảng major (chuyên ngành)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	major_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	major_name	varchar	155			✓			Tên chuyên ngành

Bảng 34. Bảng diploma_detail (bảng cấp)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	path	varchar	255			✓			Đường dẫn
3	date	datetime				✓			Ngày giờ
4	number	varchar	100			✓			SĐT
5	employee_id	integer	11			✓		✓	ID Nhân viên
6	diploma_id	integer	11			✓		✓	ID Học vị
7	place_id	integer	11			✓		✓	ID Nơi cấp
8	major_id	integer	11			✓		✓	ID Chuyên ngành

Bảng 35. Bảng model_type (loại mô hình)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	mt_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	mt_name	varchar	255			✓			Tên loại Model

Bảng 36. Bảng model (mô hình)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	model_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	model_name	varchar	255			✓			Tên Model
3	model_date	date	255			✓			Ngày
4	model_path	varchar	255			✓			Đường dẫn
5	model_type	integer	3			✓		✓	ID Loại model
6	model_disease	integer	11			✓		✓	ID Bệnh
7	note	varchar	255						Ghi chú

Bảng 37. Bảng parameter (tham số)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	para_id	integer	11	✓	✓	✓			ID
2	para_name	varchar	255			✓			Tên tham số

Bảng 38. Bảng model_detail (chi tiết mô hình)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	model_id	integer	11	✓	✓	✓		✓	ID Model
2	parameter_id	varchar	255	✓	✓	✓		✓	ID Tham số
3	value	varchar	255			✓			Giá trị

Bảng 39. Bảng input_image (ảnh chẩn đoán)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	id	integer	3	✓	✓	✓		✓	ID
2	employee_id	integer	3			✓		✓	ID NV
3	patient_code	varchar	10			✓		✓	Mã BN
4	date	datetime	255			✓			Ngày giờ
5	path	varchar	255			✓			Đường dẫn

Bảng 40. Bảng diagnosis_model (kết quả chẩn đoán của mô hình)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	input_image_id	integer	11	✓	✓	✓		✓	ID Ảnh gốc
2	model_id	integer	11	✓	✓	✓		✓	ID Model
3	output_image_gradcam	varchar	255			✓			Ảnh giải thích
4	date	datetime	255			✓			Ngày giờ
5	probability	varchar	255			✓			Xác suất
6	result	tinyint	1			✓			ID Kết quả

Bảng 41. Bảng diagnosis_doctor (kết quả chẩn đoán của bác sĩ)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	input_image_id	integer	11	✓	✓	✓		✓	ID Ảnh gốc
2	employee_id	integer	11	✓	✓	✓		✓	ID Nhân viên
3	disease_id	varchar	11	✓	✓	✓		✓	ID Bệnh
4	result	tinyint	1			✓			ID Kết quả
5	date	varchar	255			✓			Ngày giờ
6	comment	varchar	255			✓			Ghi chú

Bảng 42. Bảng employee_image (bác sĩ tham gia chẩn đoán)

STT	Tên thuộc tính	Kiểu	Kích thước	Khóa chính	Duy nhất	Not Null	GT mặc nhiên	Khóa ngoại	Diễn giải
1	employee_id	integer	11	✓	✓	✓		✓	ID Nhân viên
2	input_image_id	integer	11	✓	✓	✓		✓	ID Ảnh
3	status	tinyint	1			✓	0		Trạng thái

III. GIỚI THIỆU CÔNG CỤ, NGÔN NGỮ VÀ CÔNG NGHỆ

1. PYTHON

Python (Hình 63) là một ngôn ngữ lập trình bậc cao phổ biến được tạo ra bởi Guido van Rossum vào năm 1991. Python là ngôn ngữ có hình thức, cấu trúc rõ ràng. Python được phát triển trong một dự án mã mở, do tổ chức phi lợi nhuận Python Software Foundation quản lý. Python được sử dụng trên máy chủ để tạo các ứng dụng web, phần mềm để tạo quy trình công việc, kết nối dễ dàng với cơ sở dữ liệu, đọc và sửa đổi các tệp, xử lý dữ liệu lớn và thực hiện các phép toán phức tạp và tái sử dụng mã code. Ưu điểm của Python như sau: hoạt động đa nền tảng như Windows, Mac, Linux, Raspberry Pi; cú pháp đơn giản cho phép các nhà phát triển viết chương trình với ít dòng hơn một số ngôn ngữ lập trình khác; chạy trên một hệ thống thông dịch.



Hình 63. Logo Python

2. KERAS

Ngày nay, với sự phát triển của các kiến trúc học sâu, học sâu được hỗ trợ bởi các thư viện khác nhau như Google (Keras, TensorFlow), Facebook (Caffe2, Pytorch), Microsoft (CNTK). Keras là một trong những thư viện python mạnh mẽ và dễ sử dụng nhất, được xây dựng dựa trên các thư viện học sâu phổ biến như TensorFlow, Theano để tạo ra các mô hình học sâu. Tuỳ thuộc vào việc hệ điều hành, ngôn ngữ lập trình, mục đích sử dụng học sâu nghiên cứu hay ra sản phẩm, nền tảng phần cứng mà ta có thể lựa chọn thư viện phù hợp. Các thư viện hỗ trợ người dùng phổ biến nhất hiện nay là TensorFlow, Keras và Caffe. Keras tận dụng các kỹ thuật tối ưu hóa khác nhau để làm cho API mạng thần kinh cấp cao dễ dàng hơn và hiệu quả hơn với các tính năng sau: API nhất quán, đơn giản và có thể mở rộng; cú pháp đơn giản hơn TensorFlow rất nhiều; hỗ trợ nhiều nền tảng và backend; thân thiện với người dùng chạy trên cả CPU và GPU; khả năng mở rộng tính toán cao.

3. FLASK

Flask là một micro web framework được viết bởi Python. Web framework là một khuôn khổ phần mềm được thiết kế để hỗ trợ phát triển các ứng dụng web bao gồm các dịch vụ web, tài nguyên web và các API web, cung cấp các chức năng cần thiết để tạo ra một ứng dụng website. Flask được phân loại là micro framework vì nó không yêu cầu các công cụ hoặc thư viện cụ thể, cung cấp một lõi chức năng đơn giản nhưng có thể mở rộng. Flask không có lớp trừu tượng cơ sở dữ liệu, xác thực biểu

mẫu hoặc bất kỳ thành phần nào khác mà các thư viện bên thứ ba đã có từ trước cung cấp các chức năng phổ biến. Tuy nhiên, Flask hỗ trợ các tiện ích mở rộng có thể thêm các tính năng ứng dụng như thể chúng được triển khai trong chính Flask. Các tiện ích mở rộng tồn tại cho người lập bản đồ quan hệ đối tượng, xác thực biểu mẫu, xử lý tải lên, các công nghệ xác thực mở khác nhau và một số công cụ liên quan đến khuôn khổ chung. Để tài sử dụng Flask như một framework chính để phát triển web service khai thác mô hình đề xuất đã huấn luyện.

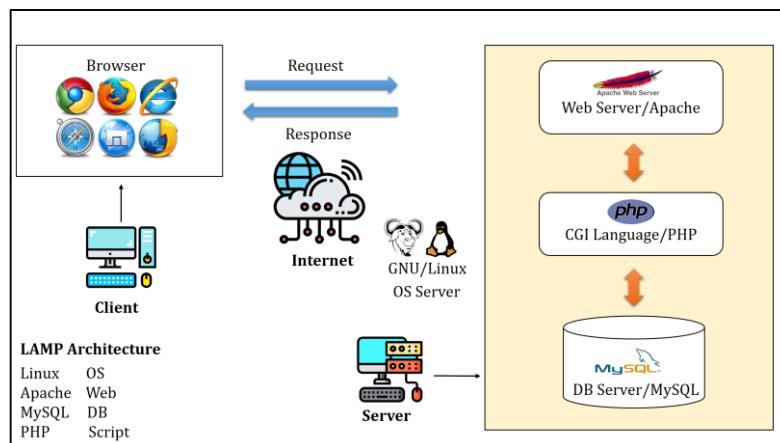
4. PHP

PHP (Hình 64) viết tắt của Hypertext Preprocessor, được tạo ra bởi lập trình viên Rasmus Lerdorf người Canada gốc Đan Mạch vào năm 1994. PHP là một ngôn ngữ lập trình kịch bản được dùng để phát triển các ứng dụng web với mã nguồn mở. Do đặc tính tối ưu hóa nên tốc độ xử lý nhanh, có cú pháp đơn giản. PHP là một ngôn ngữ lập trình web phổ biến toàn thế giới.



Hình 64. Logo PHP

PHP chạy trên môi trường Web server và lưu trữ dữ liệu thông qua hệ quản trị cơ sở dữ liệu nên PHP thường đi kèm với Apache, MySQL và hệ điều hành Linux (LAMP) Hình 65. Cách thức hoạt động của ngôn ngữ PHP là khi người sử dụng gọi trang PHP, Web Server sẽ triệu hồi PHP Engine để thông dịch trang PHP và trả kết quả cho người dùng như hình bên dưới.



Hình 65. Kiến trúc LAMP

5. MYSQL

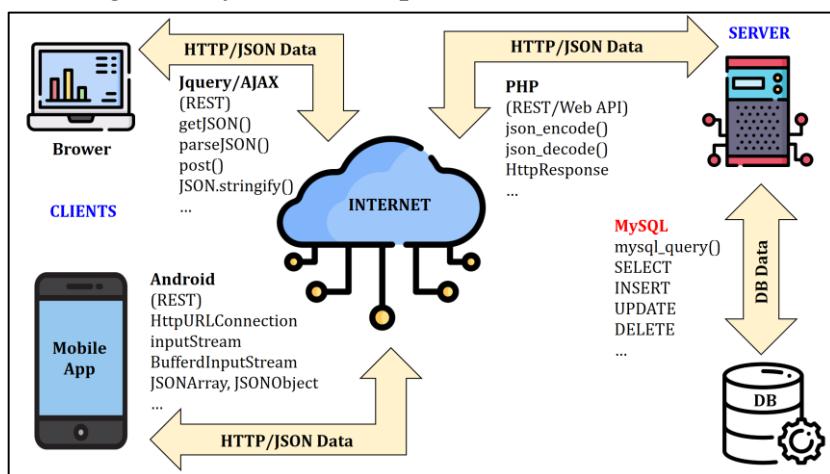
MySQL (Hình 66) là hệ quản trị cơ sở dữ liệu tự do nguồn mở phổ biến nhất thế giới sử dụng Ngôn ngữ truy vấn có cấu trúc (SQL) được phát triển, phân phối và

hỗ trợ bởi Oracle Corporation. Thích hợp cho các ứng dụng có truy cập CSDL trên internet. MySQL có nhiều phiên bản cho các hệ điều hành khác nhau: Windows, Linux, Mac OS X, Unix,...



Hình 66. Logo MySQL

Hơn nữa, MySQL còn hỗ trợ NodeJs, PHP, Perl, và nhiều ngôn ngữ khác, làm nơi lưu trữ những thông tin trên các trang web viết bằng NodeJs, PHP hay Perl,... Cách thức hoạt động của MySQL kết hợp PHP (Hình 67).



Hình 67. Cách thức hoạt động của MySQL khi kết hợp với PHP

6. HTML, CSS, JAVASCRIPT, BOOTSTRAP



Hình 68. Logo các công cụ phát triển ứng dụng web

6.1. HTML

HTML (Hình 68) viết tắt của HyperText Markup Language, dịch ra là Ngôn ngữ Đánh dấu Siêu văn bản, được Tim Berners-Lee tạo ra vào năm 1991. Đây là một ngôn ngữ đánh dấu được thiết kế ra để tạo nên các trang web với các mẫu thông tin được trình bày trên World Wide Web. HTML đã trở thành một chuẩn Internet do tổ chức World Wide Web Consortium (W3C) duy trì. HTML documents là tập tin kết thúc với đuôi .html hay .htm. Chúng ta có thể xem chúng bằng cách sử dụng các trình duyệt web như Google Chrome, Safari, hay Mozilla Firefox. HTML có rất nhiều ưu điểm như cộng đồng sử dụng cực lớn, mượt mà trên hầu hết mọi trình duyệt, dễ tiếp

cận, mã nguồn mở, gọn gàng và đồng nhất, dễ dàng tích hợp với các ngôn ngữ backend như PHP và Node.js.

6.2. CSS

CSS (Hình 68) viết tắt của Cascading Style Sheet, được phát triển bởi W3C (World Wide Web Consortium) vào năm 1996, là một cơ chế đơn giản để thêm kiểu (ví dụ: phông chữ, màu sắc, kích thước,...) cho trang Web thêm phong phú. Nói cách khác, CSS định nghĩa về cách hiển thị của một tài liệu HTML. CSS hạn chế việc lặp lại các định dạng cho từng thành phần nên tiết kiệm thời gian. Có 3 cách viết dành cho CSS đó là Internal, External và Inline. Việc sử dụng External mọi thứ được lưu trong file .css. nên có thể tạo phong cách ở tập tin khác áp dụng CSS vào trang chúng ta muốn vì vậy sẽ cải thiện thời gian tải trang rất nhiều.

6.3. JAVASCRIPT

JavaScript (Hình 68) là được tạo ra bởi Brandan Eich, là ngôn ngữ kịch bản được sử dụng để tạo và kiểm soát nội dung trang web động. JS là công cụ giúp cải thiện cách hoạt động của trang web. Đây là một ngôn ngữ chương trình thông dịch với các khả năng hướng đối tượng. Nó là ngôn ngữ phía client, tức là script được tải về máy của khách truy cập và được xử lý tại đó thay vì phía server là xử lý trên server rồi mới đưa kết quả tới khách truy cập.

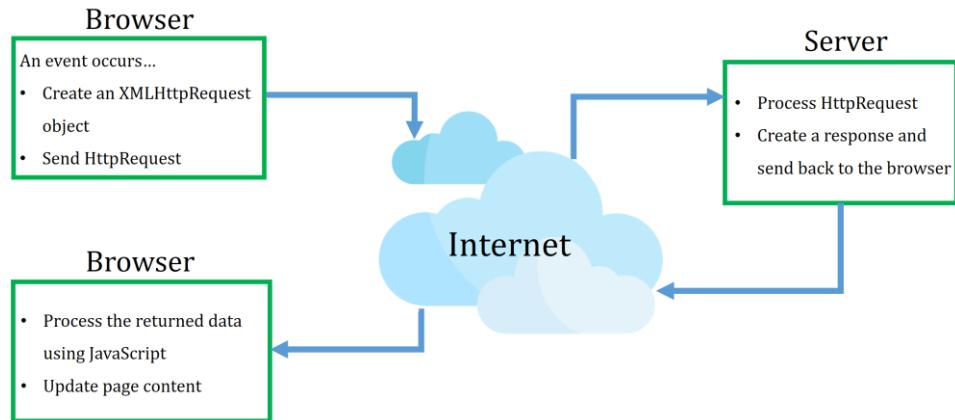
6.4. BOOTSTRAP

Bootstrap (Hình 68) là một khung phát triển web phổ biến được sử dụng để tạo trang web, được phát triển bởi một nhóm tại Twitter trong một dự án mã nguồn mở kể từ năm 2011. Khung Bootstrap bao gồm các kiểu CSS, thư viện JavaScript và tệp HTML cung cấp một cách dễ dàng xây dựng và phát triển các trang web tiết kiệm thời gian so với thiết kế chúng từ đầu. Hiện nay, Bootstrap là một trong những framework được sử dụng nhiều nhất trên thế giới để tạo ra các Responsive Website. Bootstrap đã tạo ra một tiêu chuẩn riêng, và rất được các lập trình viên ưa chuộng.

7. AJAX

AJAX (Asynchronous Javascript and XML) cung cấp một hướng tiếp cận mới cho các ứng dụng web dựa trên các chuẩn có sẵn. Đối với các ứng dụng web truyền thống, nếu muốn cập nhật nội dung thông tin trên trang web thì bắt buộc trình duyệt phải tải lại toàn bộ trang web gây lãng phí và tốn thời gian chờ đợi không cần thiết của người dùng. AJAX cho phép tạo ra các trang web có khả năng cập nhật lại một phần nội dung mà không cần tải lại toàn bộ trang. Một số ứng dụng sử dụng AJAX: Google Maps, Gmail, Youtube, Facebook,... AJAX hoạt động dựa trên các chuẩn Internet là sự kết hợp của các kỹ thuật sau:

- * XMLHttpRequest object: trao đổi dữ liệu với server
- * JavaScript/DOM: dùng để hiển thị dữ liệu, tương tác với người dùng
- * CSS: trình bày dữ liệu
- * XML: định dạng dữ liệu cho mục đích truyền dữ liệu



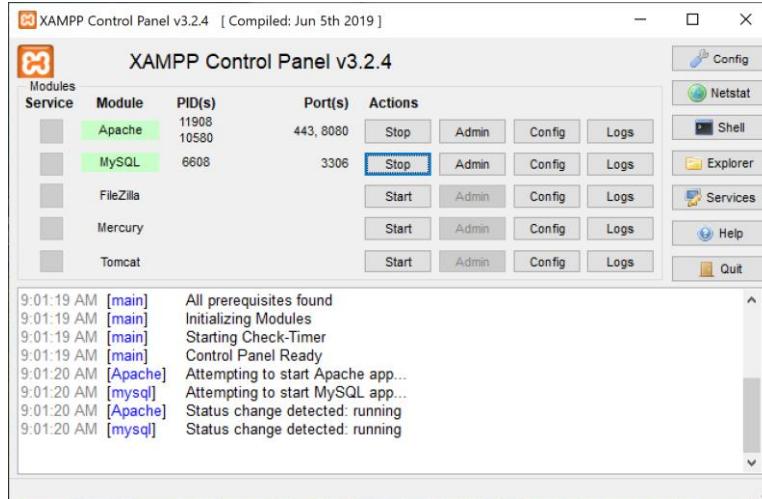
Hình 69. Sơ đồ hoạt động của Ajax

Với kỹ thuật AJAX dữ liệu được truyền giữa browser và server có thể được ẩn bên dưới browser, có 2 chế độ hoạt động (Hình 69):

- Đồng bộ: trình duyệt sẽ chờ cho đến khi server trả về dữ liệu trước khi các lệnh JavaScript tiếp theo được thực thi
- Bất đồng bộ: các lệnh JavaScript tiếp theo sẽ được thực thi sau khi yêu cầu được gửi mà không chờ kết quả trả về từ server

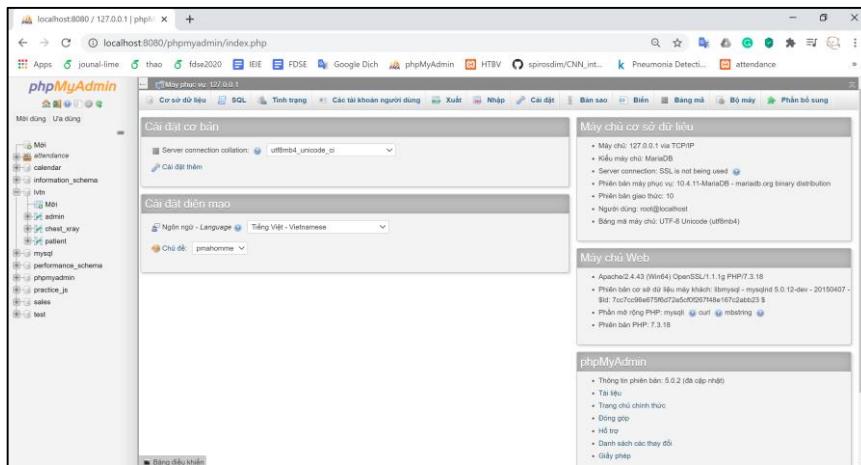
8. XAMPP

XAMPP viết tắt của Cross-Platform (X), Apache (A), MySQL (M), PHP (P) and Perl (P). XAMPP được sử dụng rộng rãi phát triển bởi Apache Friends. XAMPP hoạt động tốt trên các hệ điều hành như Linux, Windows và Mac OS X. Ngoài ra, XAMPP đi kèm với một số mô-đun khác bao gồm OpenSSL, phpMyAdmin, MediaWiki, Joomla, WordPress,... XAMPP có thể tồn tại độc lập hoặc nhiều phiên bản XAMPP trên một máy tính và bất kỳ phiên bản cụ thể nào cũng có thể được sao chép từ máy tính này sang máy tính khác. XAMPP có 4 thành phần chính bao gồm: Apache, MySQL, PHP, Perl. Giao diện kích hoạt phần mềm XAMPP được trình bày tại Hình 70.



Hình 70. Giao diện kích hoạt phần mềm XAMPP

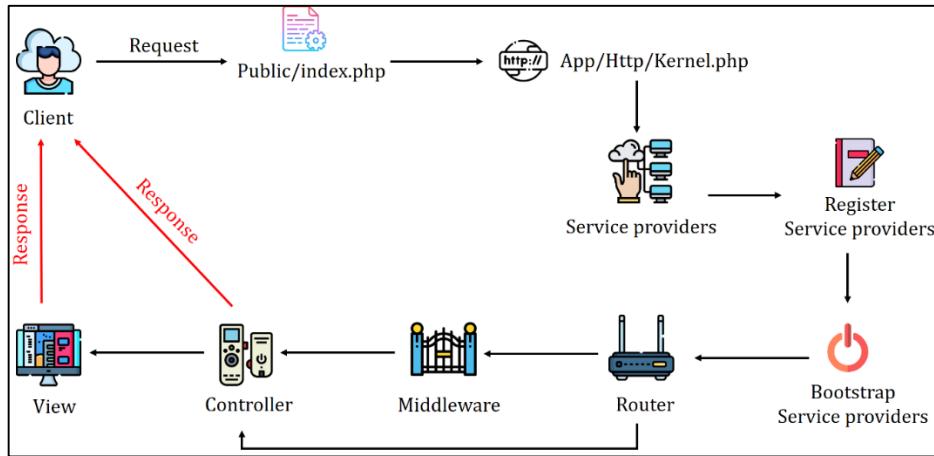
Đối với, phpMyAdmin là phần mềm mã nguồn mở được viết bằng ngôn ngữ PHP nhằm giúp người dùng quản lý cơ sở dữ liệu MySQL thông qua giao diện web thay vì sử dụng giao diện cửa sổ dòng lệnh (command line). Các tác vụ phpMyAdmin bao gồm việc tạo, cập nhật và xoá các cơ sở dữ liệu, các bảng, các trường, dữ liệu trên bảng, phân quyền và quản lý người dùng. Việc thao tác trên giao diện sẽ dễ dàng hơn cho người dùng. Giao diện công cụ quản trị cơ sở dữ liệu phpMyAdmin được trình bày tại Hình 71.



Hình 71. Giao diện công cụ quản trị cơ sở dữ liệu phpMyAdmin

9. LARAVEL FRAMEWORK

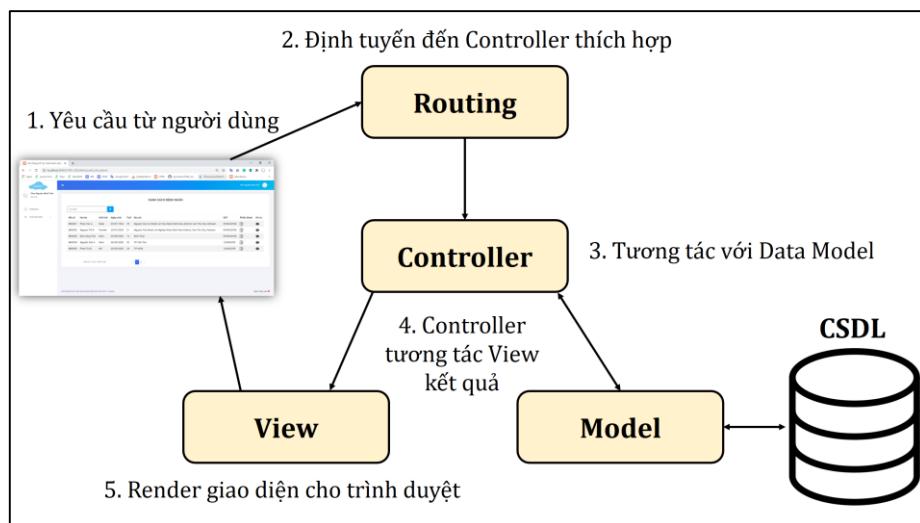
Laravel là một PHP framework mã nguồn mở và miễn phí, được phát triển bởi Taylor Otwell theo kiến trúc Model - View - Controller (MVC) hỗ trợ phát triển các ứng dụng web. Laravel đã phát triển một cách mạnh mẽ, vươn lên trở thành framework PHP được ưa chuộng và sử dụng nhiều nhất. Kiến trúc tổng quan vòng đời một Request của Laravel trình bày tại Hình 72.



Hình 72. Kiến trúc tổng quan vòng đời một Request của Laravel

Các ưu điểm nổi bật của Laravel như dễ sử dụng, được xây dựng theo mô hình MVC (Hình 73), mã nguồn mở, cộng đồng phát triển mạnh, các tính năng dựng sẵn, bảo mật cao, giao diện code thân thiện, nhiều cách khác nhau để truy cập vào các cơ sở dữ liệu quan hệ...

Trong đó, Model là cấu trúc dữ liệu theo cách tin cậy và chuẩn bị dữ liệu theo lệnh của controller, View dùng để hiển thị dữ liệu cho người dùng theo cách dễ hiểu dựa trên hành động của người dùng và Controller nhận lệnh từ người dùng, gửi lệnh đến cho Model để cập nhật dữ liệu, truyền lệnh đến View để cập nhật giao diện hiển thị. Mọi yêu cầu (Request) từ phía người dùng đều phải qua Route, dữ liệu được gửi xuống Controller để xử lý, cần dữ liệu sẽ lấy từ Model lên hoặc cập nhật dữ liệu xuống Model, kết quả gửi ra View cho người sử dụng.

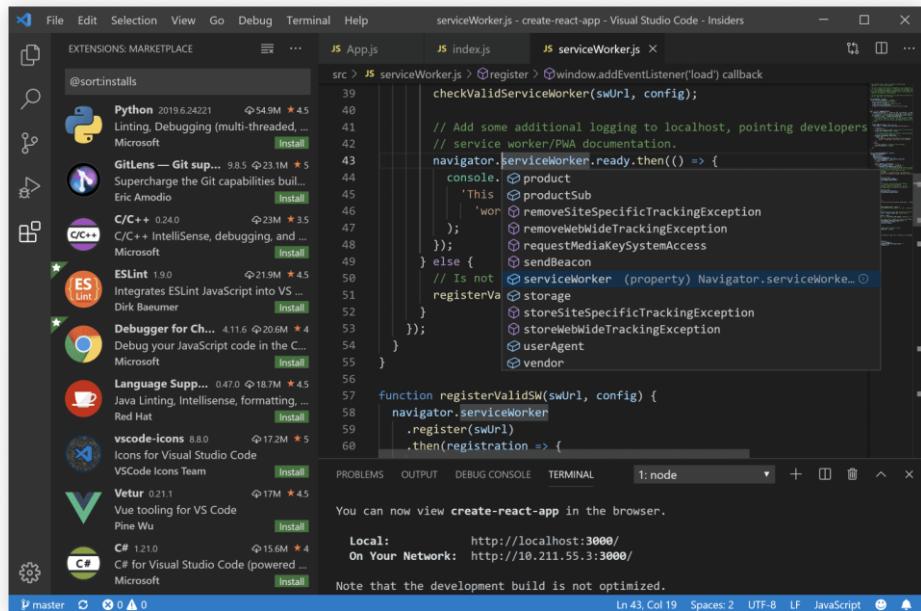


Hình 73. Mô hình MVC trong Laravel

10. VISUAL STUDIO CODE

Visual Studio Code (VSCode) là một trình biên tập mã miễn phí được phát triển bởi Microsoft được xem là một sự kết hợp hoàn hảo giữa IDE và Code Editor. Ngoài ra, VSCode đi kèm với hỗ trợ tích hợp cho JavaScript, TypeScript và Node.js và có một hệ sinh thái mở rộng phong phú cho các ngôn ngữ khác (chẳng hạn như C++, C#, Java, Python, PHP, Go) và thời gian chạy (chẳng hạn như .NET và Unity). Giao diện lập trình của trình soạn thảo VSCode trình bày tại Hình 74.

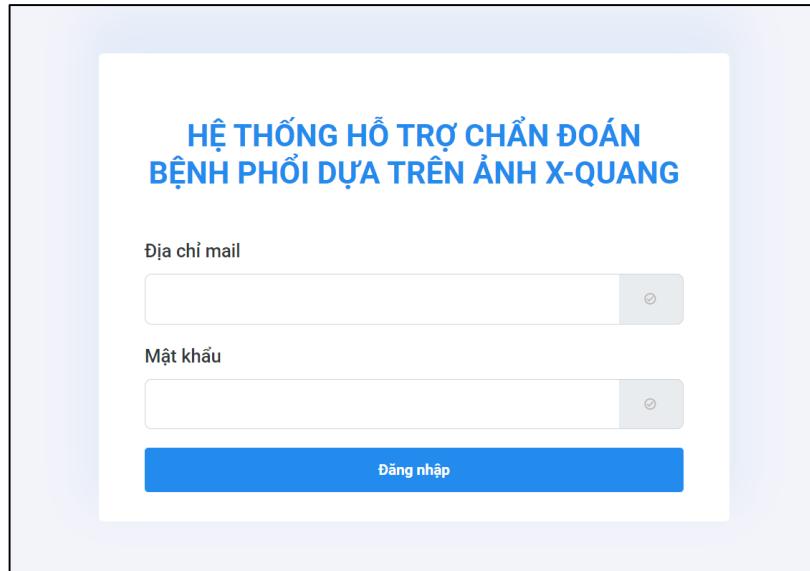
Các tính năng VSCode hỗ trợ như: hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình; hỗ trợ đa nền tảng; cung cấp kho tiện ích mở rộng; kho lưu trữ an toàn: kết nối với Git hoặc bất kỳ kho lưu trữ hiện có; lưu trữ dữ liệu dạng phân cấp; hỗ trợ thiết bị đầu cuối; màn hình đa nhiệm... Cùng một số tính năng hỗ trợ người dùng khác.



Hình 74. Giao diện lập trình của trình soạn thảo VSCode

IV. GIỚI THIỆU HỆ THỐNG

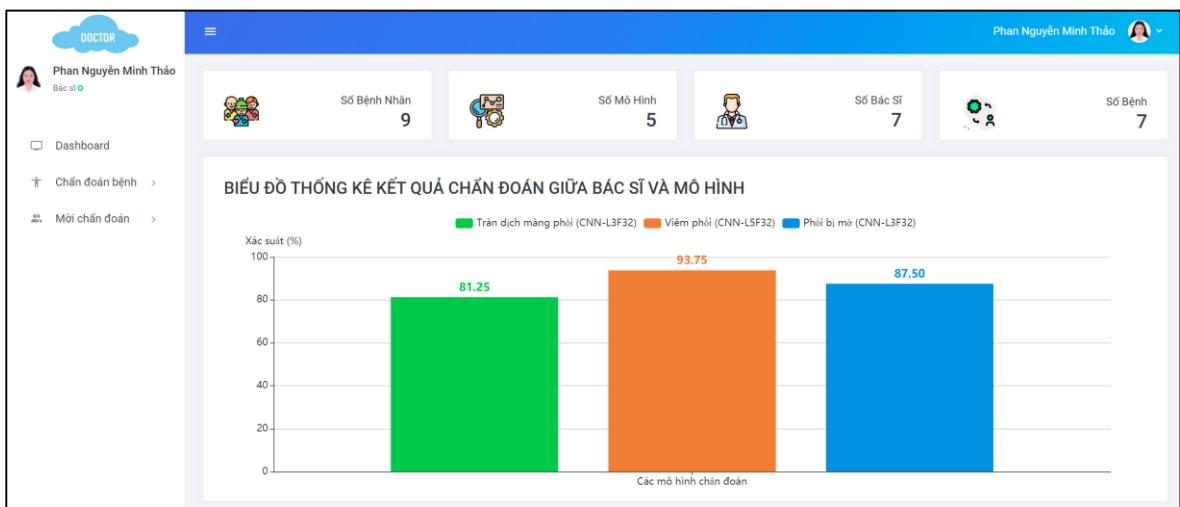
1. Giao diện đăng nhập



Hình 75. Giao diện đăng nhập hệ thống

Hình 75 minh họa giao diện đăng nhập vào hệ thống hỗ trợ chẩn đoán bệnh phổi dựa trên ảnh X-quang. Người dùng nhập địa chỉ email và mật khẩu (cung cấp bởi Quản trị hệ thống) sau đó chọn Đăng nhập. VD: Bác sĩ đăng nhập với địa chỉ email: pnmthaoct@gmail.com, mật khẩu: 12345

2. Giao diện người dùng bác sĩ



Hình 76. Giao diện trang người dùng Bác sĩ

Hình 76 minh họa giao diện trang người dùng bác sĩ khi đăng nhập thành công.

2.1. Thêm bệnh nhân

Hình 77. Giao diện thêm bệnh nhân

Kịch bản cho chức năng thêm bệnh nhân (Hình 77) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn chức năng “Chẩn đoán bệnh”
- * Bước 2: Hệ thống hiển thị hai chức năng “Thêm bệnh nhân” và “Danh sách bệnh nhân”
- * Bước 3: Bác sĩ chọn chức năng “Thêm bệnh nhân”
- * Bước 4: Hệ thống sẽ hiển thị giao diện thêm bệnh nhân
- * Bước 5: Bác sĩ nhập đầy đủ các thông tin của bệnh nhân gồm: Họ tên, Giới tính, SĐT, Ngày sinh, Địa chỉ, Thành phố, Quận/huyện, Phường/xã.
- * Bước 6: Bác sĩ chọn nút Thêm bệnh nhân.
- * Bước 7: Hệ thống lưu lại thông tin bệnh nhân vào cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

2.2. Xem danh sách bệnh nhân

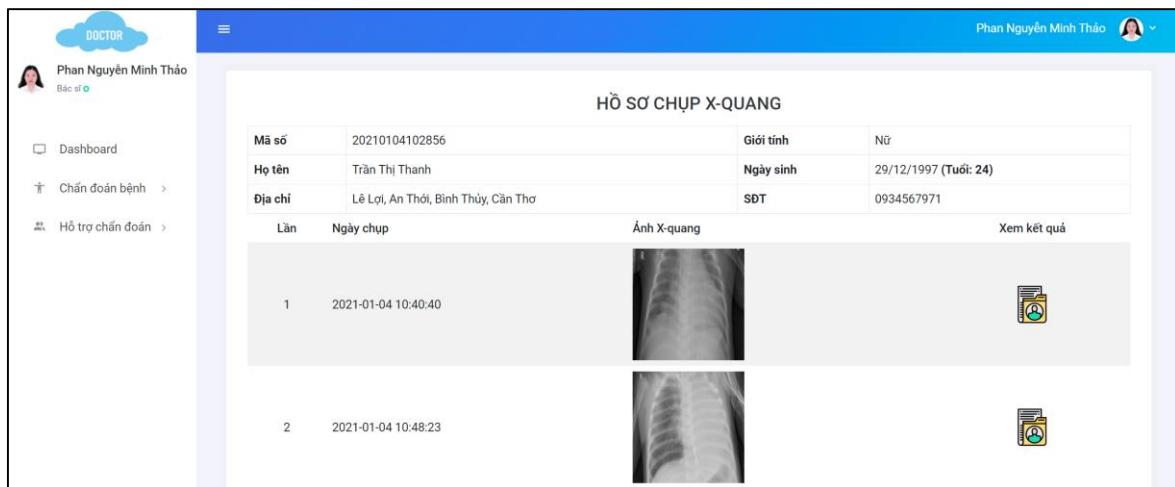
Mã số	Họ tên	Giới tính	Ngày sinh	Tuổi	Địa chỉ	SĐT	Tạo phiếu	Xem
20210112081444	Nguyễn Văn An	Nam	12/01/1960	61	3/2, An Cư, ...	0762851806		
20210111190021	Phạm Ngọc Mai	Nữ	11/01/1970	51	3/2, An Lạc ...	0949422936		
20210104102450	Phạm Vĩnh Phúc	Nam	04/03/1985	36	Lê Bình, An L...	0934234543		
20210104102154	Trần Thị Yến	Nữ	04/01/1990	31	Nguyễn Văn ...	0934567971		
20210103184726	Bùi Thị Ngọc Mai	Nữ	09/11/1994	27	CMT8, Cái V...	0932993444		

Hình 78. Giao diện xem danh sách bệnh nhân

Kịch bản cho chức năng xem danh sách bệnh nhân (Hình 78) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn chức năng “Chẩn đoán bệnh”
- * Bước 2: Hệ thống hiển thị hai chức năng “Thêm bệnh nhân” và “Danh sách bệnh nhân”
- * Bước 3: Bác sĩ chọn chức năng “Danh sách bệnh nhân”
- * Bước 4: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách bệnh nhân
- * Bước 5: Bác sĩ xem danh sách bệnh nhân.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện

2.3. Xem hồ sơ chụp X-quang

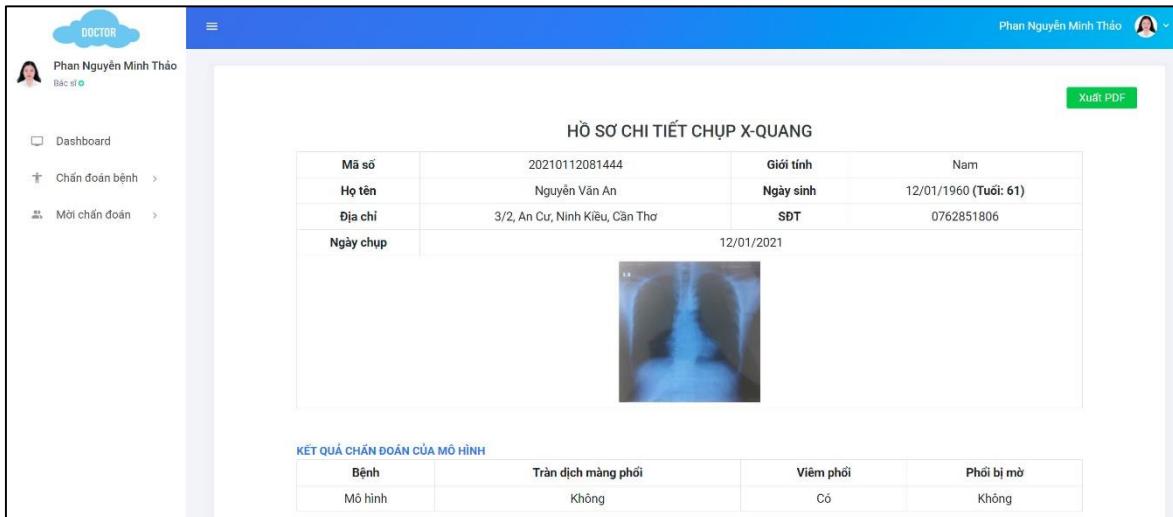


Hình 79. Giao diện hồ sơ chụp x-quang

Kịch bản cho chức năng xem hồ sơ chụp X-quang (Hình 79) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn chức năng “Danh sách bệnh nhân”
- * Bước 2: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách bệnh nhân
- * Bước 3: Bác sĩ chọn Xem hồ sơ bệnh nhân Trần Thị Thanh.
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị hồ sơ khám bệnh của bệnh nhân Trần Thị Thanh gồm thông tin cá nhân, ngày chụp X-quang, ảnh chụp X-quang.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện

2.4. Xem hồ sơ chi tiết chụp X-quang



Hình 80. Giao diện hồ sơ chi tiết chụp x-quang

Kịch bản cho chức năng xem hồ sơ chi tiết phiếu chụp X-quang (Hình 80) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn Xem hồ sơ bệnh nhân Trần Thị Thanh.
- * Bước 2: Hệ thống hiển thị hồ sơ khám bệnh của bệnh nhân Trần Thị Thanh gồm thông tin cá nhân, ngày chụp X-quang, ảnh chụp X-quang.
- * Bước 3: Bác sĩ chọn Xem chi tiết phiếu chụp X-quang
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị hồ sơ chi tiết của bệnh nhân Trần Thị Thanh gồm thông tin cá nhân, ngày chụp X-quang, ảnh chụp X-quang, kết quả chẩn đoán của mô hình, kết quả chẩn đoán của bác sĩ.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện

2.5. Kết xuất hồ sơ chi tiết chụp X-quang

1/12/2021	HỒ SƠ CHỤP X-QUANG		
HỒ SƠ CHI TIẾT CHỤP X-QUANG			
Mã số	20210112081444	Giới tính	Nam
Họ tên	Nguyễn Văn An	Ngày sinh	12/01/1960 (Tuổi: 61)
Địa chỉ	3/2, An Cư, Ninh Kiều, Cần Thơ	SĐT	0762851806
Ngày chụp	12/01/2021		
			
KẾT QUẢ CHẨN ĐOÁN CỦA MÔ HÌNH			
Bệnh	Tràn dịch màng phổi	Viêm phổi	Phổi bị mờ
Mô hình	Không	Có	Không
KẾT QUẢ CHẨN ĐOÁN CỦA BÁC SĨ			
Bác sĩ	Tràn dịch màng phổi	Viêm phổi	Phổi bị mờ
Phan Nguyễn Minh Thảo (pnmtthaoc@gmail.com)	Không	Có	Không
Võ Hoàng Minh (minh@gmail.com)	Không	Có	Không
THỐNG KÊ KẾT QUẢ CHẨN ĐOÁN GIỮA MÔ HÌNH VÀ BÁC SĨ			
Bệnh	Tràn dịch màng phổi	Viêm phổi	Phổi bị mờ
Xác xuất (%)	100	100	100

localhost:8080/HTBV_XQUANG/public/detail-diagnosis/64?patient_code=20210112081444

1/1

Hình 81. Giao diện kết xuất hồ sơ chi tiết chụp X-quang

Kịch bản cho chức năng xuất hồ sơ chi tiết phiếu chụp X-quang (Hình 81) bắt đầu từ bước 4 (Hình 80) như sau:

- * Bước 5: Bác sĩ chọn Export PDF
- * Bước 6: Hệ thống hiển thị giao diện xuất hồ sơ chi tiết phiếu chụp X-quang
- * Bước 7: Bác sĩ chọn Save.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện

2.6. Chẩn đoán bệnh của bác sĩ

The screenshot displays a medical application window titled "PHIẾU CHỤP X-QUANG". On the left sidebar, there's a profile picture of "Phan Nguyễn Minh Thảo" and a "Bác sĩ" (Doctor) icon. The main form contains patient details: ID (20210104102856), Name (Trần Thị Thanh), Gender (Female), Age (24), Date of Birth (12/29/1997), Phone number (0934567971), Province/City (Cần Thơ), District (Bình Thủy), Neighborhood/Village (An Thời), and Address (Lê Lợi). Under "Chọn bệnh" (Select disease), checkboxes for "Tràn dịch màng phổi" (Pleural effusion), "Viêm phổi" (Pneumonia), "Phổi bị mờ" (Hazy lung), and "Tất cả" (All) are selected. Below the form is a file input field with "Choose File | No file chosen" and a blue "Lưu" (Save) button.

Hình 82. Giao diện chẩn đoán bệnh

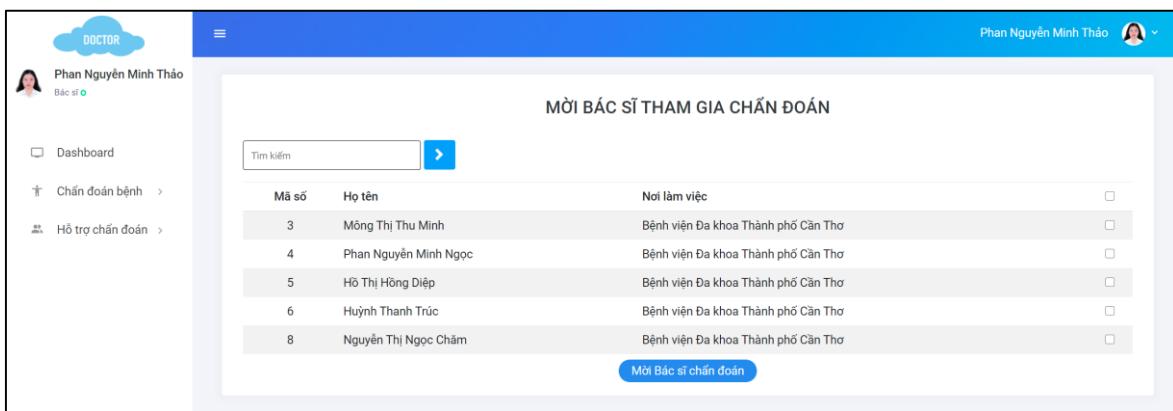
Kịch bản cho chức năng chẩn đoán bệnh (Hình 82) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn tạo phiếu chụp X-quang cho bệnh nhân cần chẩn đoán.
- * Bước 2: Hệ thống tiến hành tạo phiếu chụp X-quang đồng thời hiển thị thông tin chi tiết của bệnh nhân.
- * Bước 3: Bác sĩ lựa chọn tất cả các bệnh để hệ thống chẩn đoán tự động.
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị chế độ cho phép Bác sĩ thêm ảnh X-quang của bệnh nhân.
- * Bước 5: Bác sĩ chọn ảnh X-quang của bệnh nhân.
- * Bước 6: Hệ thống kiểm tra ảnh đưa vào có phải là ảnh X-quang hay không.
- * Bước 7: Hệ thống tiến hành chẩn đoán bệnh dựa trên ảnh mà bác sĩ đưa vào.
- * Bước 8: Hệ thống hiển thị kết quả dự đoán của các mô hình cùng với xác suất và ảnh làm rõ chi tiết cho từng bệnh. (Hình 83)
- * Bước 9: Bác sĩ chẩn đoán bệnh bằng việc lựa chọn đồng ý hoặc không đồng ý với kết quả mô hình và đưa ý kiến cho từng bệnh.
- * Bước 10: Bác sĩ chọn lưu kết quả.
- * Bước 11: Hệ thống lưu kết quả chẩn đoán của mô hình và bác sĩ vào cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.



Hình 83. Giao diện thẻ hiện kết quả chẩn đoán bệnh

2.7. Mời bác sĩ chẩn đoán bệnh



Hình 84. Giao diện mời bác sĩ chẩn đoán bệnh

Kịch bản cho chức năng mời bác sĩ hỗ trợ chẩn đoán bệnh (Hình 84) bắt đầu từ bước 10 (Hình 82) như sau:

- * Bước 10: Bác sĩ chọn lưu và hội chẩn.
- * Bước 11: Hệ thống lưu lại kết quả chẩn đoán của mô hình và bác sĩ vào cơ sở dữ liệu, đồng thời hiển thị giao diện để mời các bác sĩ khác tham gia chẩn đoán.
- * Bước 12: Bác sĩ lựa chọn các bác sĩ mời chẩn đoán.
- * Bước 13: Bác sĩ chọn nút mời hỗ trợ chẩn đoán.

- * Bước 14: Hệ thống lưu lại thông tin các bác sĩ được mời chẩn đoán vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện

2.8. Xem danh sách các trường hợp đã mời chẩn đoán

The screenshot shows a medical software interface titled "DANH SÁCH CÁC TRƯỜNG HỢP ĐÃ MỜI CHẨN ĐOÁN". The interface includes a sidebar with user information and navigation links, and a main content area with a table displaying three cases. Each case row contains the case number, patient ID, patient name, X-ray image, date, and status.

STT	Ảnh	Mã Bệnh nhân	Họ tên	Ảnh X-quang	Ngày	Chọn
43	20210104191939	Danny Huýnh		2021-01-04 19:48:05	Chẩn đoán	
42	20210104191939	Danny Huýnh		2021-01-04 19:20:51	Chẩn đoán	
39	20210102203212	Phạm Văn Minh		2021-01-02 20:44:49	Chẩn đoán	

Hình 85. Giao diện xem danh sách các trường hợp đã mời chẩn

Kịch bản cho chức năng xem danh sách các trường hợp đã mời chẩn đoán (Hình 85) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn chức năng “Hỗ trợ chẩn đoán”
- * Bước 2: Hệ thống hiển thị chức năng “Danh sách các trường hợp” và “Danh sách các trường hợp đã mời chẩn đoán”
- * Bước 3: Bác sĩ chọn chức năng “Danh sách các trường hợp đã mời chẩn đoán”
- * Bước 4: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách các trường hợp đã mời chẩn đoán
- * Bước 5: Bác sĩ xem danh sách các trường hợp đã mời chẩn đoán.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện

3. Giao diện người dùng bác sĩ được mời tham gia chẩn đoán

3.1. Xem danh sách các trường hợp mời chẩn đoán

The screenshot shows a medical application interface titled 'DOCTOR'. On the left sidebar, there are navigation items: 'Dashboard', 'Chẩn đoán bệnh >', and 'Hỗ trợ chẩn đoán >'. The main content area is titled 'DANH SÁCH CÁC TRƯỜNG HỢP ĐƯỢC MỜI CHẨN ĐOÁN'. It includes search filters for 'Từ ngày' (01/05/2021) and 'Đến ngày' (01/05/2021), and a 'Tim kiếm' (Search) button. A table lists two cases:

STT	Ảnh	Mã Bệnh nhân	Họ tên	Ảnh X-quang	Ngày	Bác sĩ mời chẩn đoán	Chọn	Trạng thái
44		20210104191939	Danny Huỳnh		05/01/2021	Phan Nguyễn Minh Thảo	Chẩn đoán	
42		20210104191939	Danny Huỳnh		04/01/2021	Phan Nguyễn Minh Thảo	Chẩn đoán	

Hình 86. Giao diện xem danh sách các trường hợp mời chẩn đoán

Kịch bản cho chức năng xem danh sách các trường hợp mời chẩn đoán (Hình 86) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn chức năng “Hỗ trợ chẩn đoán”
- * Bước 2: Hệ thống hiển thị chức năng “Danh sách các trường hợp” và “Danh sách các trường hợp đã mời chẩn đoán”
- * Bước 3: Bác sĩ chọn chức năng “Danh sách các trường hợp”
- * Bước 4: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách các trường hợp mời chẩn đoán
- * Bước 5: Bác sĩ xem danh sách các trường hợp mời chẩn đoán.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện

3.2. Tìm kiếm trường hợp mời chẩn đoán

The screenshot shows the same 'Doctor' application interface as in Figure 86. The search filters are now set to 'Từ ngày' (01/05/2021) and 'Đến ngày' (01/05/2021). The table displays the same two cases as in Figure 86.

Hình 87. Giao diện tìm kiếm trường hợp mời chẩn đoán theo khoảng thời gian

Kịch bản cho chức năng xem danh sách các trường hợp mời chẩn đoán (Hình 87) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn chức năng “Hỗ trợ chẩn đoán”

- * Bước 2: Hệ thống hiển thị chức năng “Danh sách các trường hợp”
- * Bước 3: Bác sĩ chọn chức năng “Danh sách các trường hợp”
- * Bước 4: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách các trường hợp cần tham khảo ý kiến bác sĩ bao gồm: Mã bệnh nhân, Họ tên bệnh nhân, Ảnh CXR, Ngày chụp, Bác sĩ mời chẩn đoán, Trạng thái (0 là chưa chẩn đoán và 1 là đã chẩn đoán).
- * Bước 5: Bác sĩ chọn thời gian Từ ngày, Đến ngày
- * Bước 6: Bác sĩ chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 7: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách các trường hợp mời chẩn đoán trong khoảng thời gian.
- * Bước 8: Bác sĩ xem danh sách các trường hợp mời chẩn đoán
- * Kết thúc chuỗi sự kiện

3.3. Chẩn đoán bệnh của bác sĩ được mời

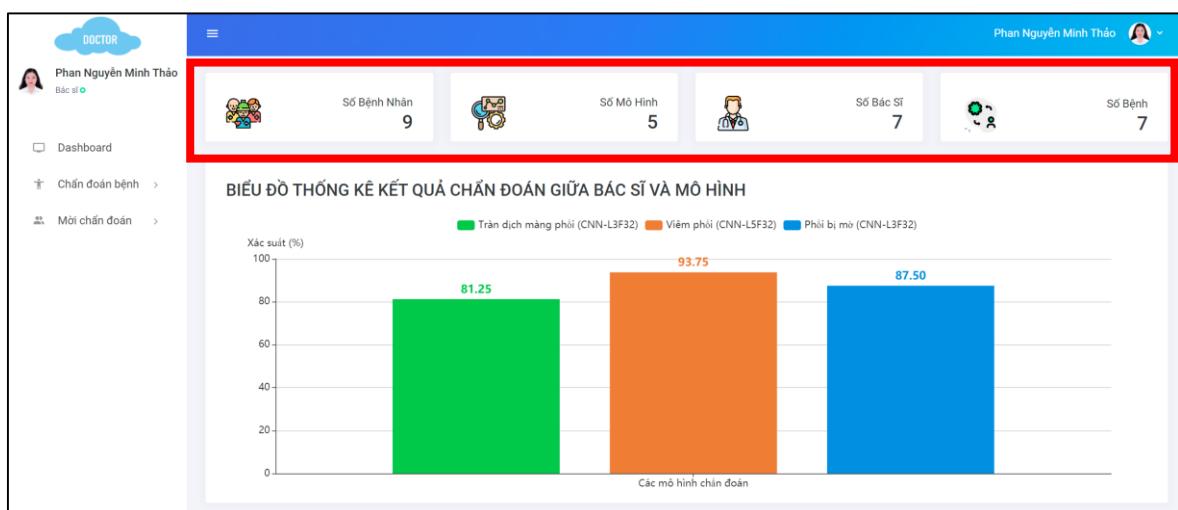
HỖ TRỢ CHẨN ĐOÁN ẢNH X-QUANG			
THÔNG TIN BỆNH NHÂN			
Mã số:	20210104102856		
Họ tên:	Trần Thị Thanh		
Ngày chụp:	05/01/2021		
KẾT QUẢ CHẨN ĐOÁN CỦA MÔ HÌNH			
Bệnh	Tràn dịch màng phổi	Viêm phổi	Phổi bị mờ
Mô hình	Có	Có	Có
KẾT QUẢ CHẨN ĐOÁN CỦA BÁC SĨ			
Bác sĩ	Tràn dịch màng phổi	Viêm phổi	Phổi bị mờ
Nguyễn Thị Ngọc Chăm (ntncham@gmail.com)	Có	Có	Có
THỐNG KÊ KẾT QUẢ CHẨN ĐOÁN GIỮA MÔ HÌNH VÀ BÁC SĨ			
Bệnh	Tràn dịch màng phổi	Viêm phổi	Phổi bị mờ
Xác xuất (%)	100	100	100
CHẨN ĐOÁN			
Chọn bệnh:	Ý kiến		
<input type="checkbox"/> Tràn dịch màng phổi	<input type="text"/>		
<input type="checkbox"/> Viêm phổi	<input type="text"/>		
<input type="checkbox"/> Phổi bị mờ	<input type="text"/>		
<input type="checkbox"/> Tất cả	<input type="text"/>		
Lưu kết quả			

Hình 88. Giao diện chẩn đoán bệnh của bác sĩ được mời

Kịch bản cho chức năng chẩn đoán bệnh của bác sĩ được mời (Hình 88) như sau:

- * Bước 1: Bác sĩ chọn chức năng chẩn đoán cho một ảnh X-quang.
- * Bước 2: Hệ thống hiển thị giao diện hỗ trợ chẩn đoán ảnh X-quang bao gồm các thông tin: thông tin bệnh nhân, ảnh X-quang, kết quả chẩn đoán của mô hình, kết quả chẩn đoán của các bác sĩ, so sánh chẩn đoán giống nhau của bác sĩ và mô hình đối với từng bệnh.
- * Bước 3: Bác sĩ chẩn đoán bệnh bằng việc lựa chọn đồng ý hoặc không đồng ý với kết quả mô hình và đưa ý kiến cho từng bệnh.
- * Bước 4: Bác sĩ chọn lưu kết quả
- * Bước 5: Hệ thống lưu kết quả chẩn đoán vào cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

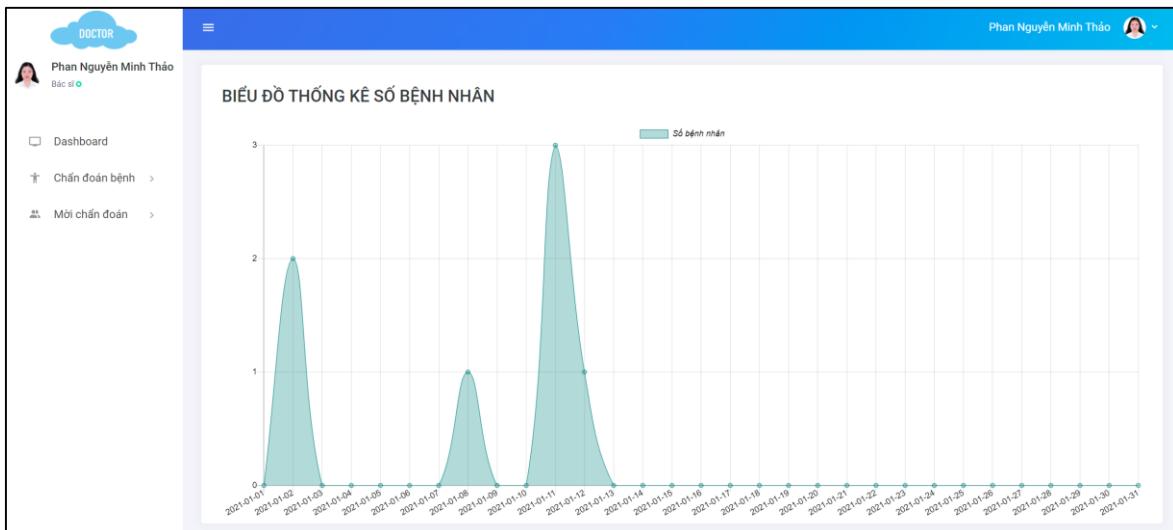
4. Giao diện thống kê



Hình 89. Giao diện thống kê số bệnh nhân, số mô hình, số bác sĩ, số bệnh.

Hình 89 hiển thị giao diện thống kê tổng bệnh nhân, số mô hình, số bác sĩ được cấp tài khoản trong hệ thống, tổng bệnh.

Luận văn tốt nghiệp đại học – Ngành Hệ thống thông tin



Hình 90. Giao diện thống kê số bệnh nhân

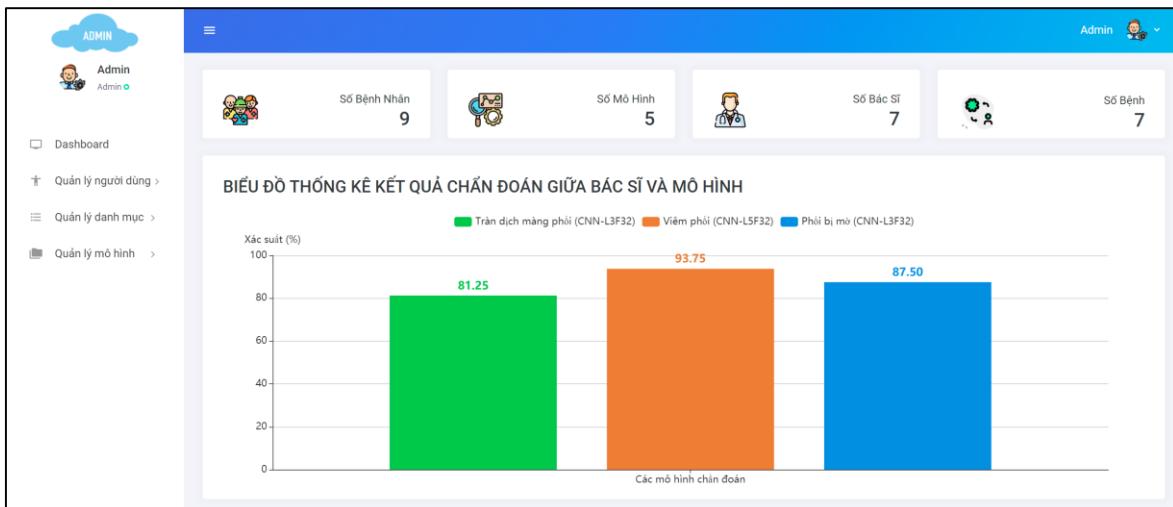
Hình 90 hiển thị giao diện thống kê số bệnh nhân tham gia chẩn đoán trong tháng.



Hình 91. Giao diện thống kê kết quả chẩn đoán giữa bác sĩ và mô hình

Hình 91 hiển thị giao diện thống kê kết quả chẩn đoán giữa bác sĩ và mô hình. Biểu đồ thể hiện xác xuất kết quả chẩn đoán giống nhau giữa từng mô hình và bác sĩ .

5. Giao diện người dùng quản trị hệ thống (Admin)

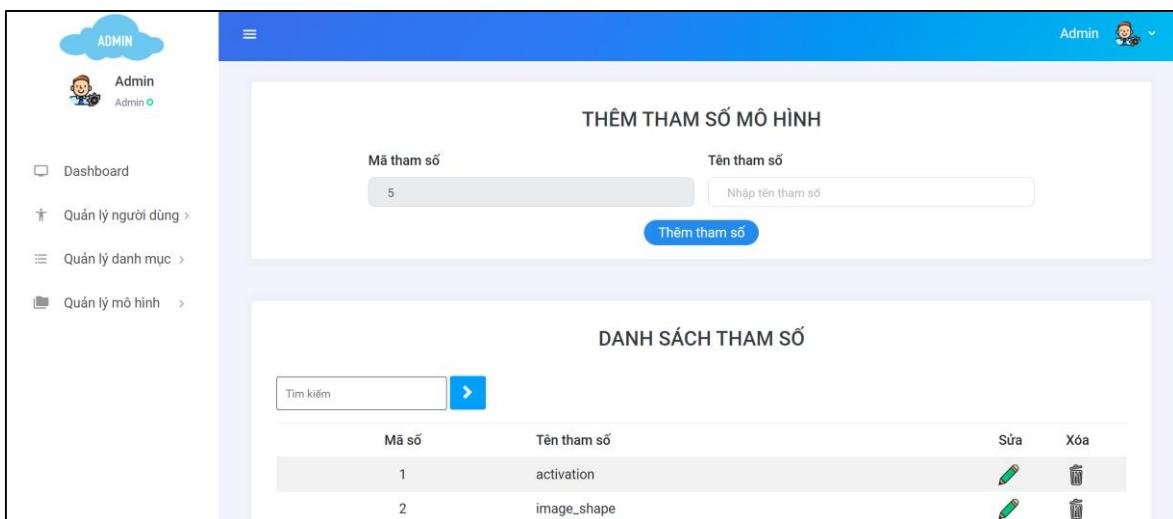


Hình 92. Giao diện trang chủ người dùng Admin

Hình 92 thể hiện giao diện trang người dùng quản trị hệ thống sau khi đăng nhập thành công. Người dùng quản trị hệ thống thực hiện các chức năng quản lý người dùng, quản lý danh mục và quản lý mô hình.

5.1. Quản lý tham số

5.1.1. Thêm và xem danh sách tham số



Hình 93. Giao diện thêm và xem danh sách tham số

Kích bản cho chức năng thêm tham số (Hình 93) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Tham số”
- * Bước 2: Người dùng nhập tên tham số
- * Bước 3: Người dùng chọn thêm tham số
- * Bước 4: Hệ thống lưu tham số vào cơ sở dữ liệu.

- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.1.2. Tìm kiếm tham số

Mã số	Tên tham số	Sửa	Xóa
1	activation		

Hình 94. Giao diện tìm kiếm tham số

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm tham số (Hình 94) bắt đầu từ bước 3 (Hình 93) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin tham số cần tìm kiếm
- * Bước 5: Hệ thống hiển thị danh sách tham số
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.1.3. Cập nhật tham số

Mã số	Tên tham số
1	activation

Hình 95. Giao diện cập nhật tham số

Kịch bản cho chức năng cập nhật tham số (Hình 95) bắt đầu từ bước 4 (Hình 93) như sau:

- * Bước 4: Người dùng chọn “Sửa” tham số
- * Bước 5: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật tham số”
- * Bước 6: Người dùng nhập tên tham số cần cập nhật
- * Bước 7: Người dùng chọn Cập nhật tham số
- * Bước 8: Hệ thống lưu thông tin tham số vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.1.4. Xóa tham số

THÊM THAM SỐ MÔ HÌNH

Xóa thành công

Mã tham số
4

Tên tham số
Nhập tên tham số

Thêm tham số

Hình 96. Giao diện xóa tham số

Kịch bản cho chức năng xóa thông tin tham số (Hình 96) bắt đầu từ bước 4 (Hình 93) như sau:

- * Bước 4: Người dùng chọn “Xóa” tham số
- * Bước 5: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 6: Người dùng chọn Ok
- * Bước 7: Hệ thống xóa thông tin tham số khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.2. Quản lý loại mô hình

5.2.1. Thêm và xem danh sách loại mô hình

ADMIN

Admin Admin

Dashboard

Quản lý người dùng >

Quản lý danh mục >

Quản lý mô hình >

Tham số

Loại mô hình

Thêm mô hình

Danh sách mô hình

THÊM LOẠI MÔ HÌNH

Mã loại mô hình
3

Tên loại mô hình
Nhập tên loại mô hình

Thêm loại mô hình

DANH SÁCH LOẠI MÔ HÌNH

Tìm kiếm

Mã số	Tên loại mô hình	Sửa	Xóa
1	Học sâu		
2	Máy học		

Hiển thị 1-2 trên 2 loại mô hình

Hình 97. Giao diện thêm và xem danh sách loại mô hình

Kịch bản cho chức năng thêm loại mô hình (Hình 97) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Loại mô hình”
- * Bước 2: Người dùng nhập loại mô hình
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm loại mô hình
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin loại mô hình vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.2.2. Tìm kiếm loại mô hình

DANH SÁCH LOẠI MÔ HÌNH		
Mã số	Tên loại mô hình	Sửa Xóa
1	Học sâu	

Hình 98. Giao diện tìm kiếm loại mô hình

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm loại mô hình (Hình 98) bắt đầu từ bước 3 (Hình 97) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập loại mô hình cần tìm kiếm
- * Bước 5: Hệ thống hiển thị danh sách loại mô hình
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.2.3. Cập nhật loại mô hình

CẬP NHẬT LOẠI MÔ HÌNH	
Mã số	Tên loại mô hình
1	Học sâu

Hình 99. Giao diện cập nhật loại mô hình

Kịch bản cho chức năng cập nhật loại mô hình (Hình 99) bắt đầu từ bước 4 (Hình 97) như sau:

- * Bước 4: Người dùng chọn “Sửa” loại mô hình
- * Bước 5: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật loại mô hình”
- * Bước 6: Người dùng nhập cập nhật loại mô hình
- * Bước 7: Người dùng chọn Cập nhật loại mô hình
- * Bước 8: Hệ thống lưu thông tin loại mô hình vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.2.4. Xóa loại mô hình

THÊM LOẠI MÔ HÌNH

Xóa thành công

Mã loại mô hình

Tên loại mô hình

Nhập tên loại mô hình

Thêm loại mô hình

Hình 100. Giao diện xóa loại mô hình

Kịch bản cho chức năng xóa loại mô hình (Hình 100) bắt đầu từ bước 4 (Hình 97) như sau:

- * Bước 4: Người dùng chọn “Xóa” loại mô hình
- * Bước 5: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 6: Người dùng chọn Ok
- * Bước 7: Hệ thống xóa thông tin loại mô hình khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.3. Quản lý mô hình

5.3.1. Thêm mô hình

ADMIN

Admin Admin

Dashboard

Quản lý người dùng >

Quản lý danh mục >

Quản lý mô hình >

THÊM MÔ HÌNH

Tên mô hình

Nhập tên model

Loại mô hình

Học sâu

Bệnh

Tràn dịch màng phổi

Tham số

optimizer

filter

image_shape

Ghi chú

Nhập ghi chú

Chọn file kiến trúc

Chọn file weights

Choose File No file chosen

Choose File No file chosen

Thêm mô hình

Hình 101. Giao diện thêm mô hình

Kịch bản cho chức năng thêm mô hình (Hình 101) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Mô hình”
- * Bước 2: Hệ thống sẽ hiển thị giao diện “Thêm mô hình”
- * Bước 3: Người dùng nhập đầy đủ thông tin mô hình
- * Bước 4: Người dùng chọn Thêm mô hình

- * Bước 5: Hệ thống lưu thông tin mô hình vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.3.2. Xem danh sách mô hình

Mã số	Tên mô hình	Ngày	Loại mô hình	Ghi chú	Sửa	Xóa
1	CNN-L3F32	20201128_000000	Học sâu			
2	CNN-L5F32	20201128_000000	Học sâu			
3	CNN-L3F32	20201128_000000	Học sâu			

Hình 102. Giao diện xem danh sách mô hình

Kịch bản cho chức năng xem danh sách mô hình (Hình 102) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Danh sách mô hình”
- * Bước 2: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách mô hình
- * Bước 3: Người dùng xem danh sách mô hình
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.3.3. Tìm kiếm mô hình

Hình 103. Giao diện tìm kiếm mô hình

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm mô hình (Hình 103) bắt đầu từ bước 3 (Hình 102) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin mô hình
- * Bước 5: Người dùng chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 6: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách mô hình
- * Bước 7: Người dùng xem danh sách mô hình
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.3.4. Cập nhật mô hình

The screenshot shows the 'CẬP NHẬT MÔ HÌNH' (Update Model) page. On the left is a sidebar with 'ADMIN' branding and links for Dashboard, User Management, Category Management, and Model Management. The main area has fields for 'Tên mô hình' (Model Name) set to 'CNN-L5F32', 'Loại mô hình' (Model Type) set to 'Học sâu', and 'Bệnh' (Disease) set to 'Viêm phổi'. There's also a 'Tham số' (Parameter) section with 'image_shape' set to '10x10' and a 'Ghi chú' (Note) field containing 'Nhập ghi chú'. A blue 'Cập nhật' (Update) button is at the bottom.

Hình 104. Giao diện cập nhật thông tin mô hình

Kịch bản cho chức năng cập nhật thông tin mô hình (Hình 104) bắt đầu từ bước 3 (Hình 102) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” mô hình
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật mô hình”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật mô hình
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin mô hình vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.3.5. Xóa mô hình

The screenshot shows a confirmation dialog box with the message 'localhost says: Bạn có chắc sẽ xóa?' (localhost says: Are you sure you want to delete?). Below it is a table listing models. The first row shows 'L5F32' in a search bar and a table with columns: Mã số (ID), Tên mô hình (Model Name), Ngày (Date), Loại mô hình (Model Type), Ghi chú (Note), Sửa (Edit), and Xóa (Delete). The first row has ID 2, name CNN-L5F32, date 20201128_000000, type Học sâu, note empty, edit icon, and delete icon.

Hình 105. Giao diện xóa mô hình

Kịch bản cho chức năng xóa thông tin mô hình (Hình 105) bắt đầu từ bước 3 (Hình 102) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” mô hình
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin mô hình khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.4. Quản lý người dùng

5.4.1. Thêm nhân viên

The screenshot shows a user interface for adding a new employee. On the left sidebar, there are navigation links: Dashboard, Quản lý người dùng, Quản lý danh mục, and Quản lý model. The main area is titled 'THÊM NHÂN VIÊN'. It contains several input fields and dropdown menus:

- Mã số: 7
- Họ tên: Mai Phước Hùng
- Ngày sinh: 02/28/1980
- Địa chỉ: 3/2
- Thành phố: Cần Thơ
- Quận/huyện: Ninh Kiều
- Phường/xã: Hung Loi
- Email: hung@gmail.com
- Nơi làm việc: Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ
- Số điện thoại: 1234568990
- Chức vụ: Bác sĩ
- Chuyên khoa: Hô hấp
- Chuyên ngành: Đa khoa
- Học vị: Chuyên khoa 2
- Ngày cấp: 02/28/2018
- Nơi cấp: Đại học Y dược TP Cần Thơ
- Số hiệu bằng cấp: AC155224
- Hình ảnh: Choose File bang.jpg
- Hình ảnh bìa: Choose File doctor (1).png

At the bottom are two buttons: 'Thêm nhân viên' (Add employee) and 'Danh sách nhân viên' (List of employees).

Hình 106. Giao diện thêm nhân viên

Kịch bản cho chức năng thêm nhân viên (Hình 106) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Thêm nhân viên”
- * Bước 2: Hệ thống sẽ hiển thị giao diện thêm nhân viên
- * Bước 3: Người dùng nhập đầy đủ các thông tin của nhân viên
- * Bước 4: Người dùng chọn nút Thêm nhân viên.
- * Bước 5: Hệ thống lưu lại thông tin nhân viên vào cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.4.2. Xem danh sách nhân viên

Mã số	Hình ảnh	Họ tên	Ngày sinh	Email	Địa chỉ	SĐT	Chức vụ	Nơi làm việc	Khoa	Sửa	Xóa
1		Admin	16/11/2020	admin@gmail.com	123 Nguyễn Đề	123456789	Admin	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Bộ phận kỹ thuật		
2		Phan Nguyễn Minh Thảo	03/11/2020	pnmthaoct@gmail.com	311/89/22 Nguyễn Văn Cừ	123456789	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Nội		
3		Võ Hoàng Minh	29/11/2020	minh@gmail.com	12A Lý Tự Trọng	123456789	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Nội tổng hợp		
4		Phan Nguyễn Minh Ngọc	06/12/2020	ngoc@gmail.com	456 Nguyễn Thị Minh Khai	123456789	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Hô hấp		
5		Hồ Thị Hồng Diệp	06/12/2020	diep@gmail.com	789 Trương Định	123456789	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Hô hấp		
6		Huỳnh Thanh Trúc	01/12/2020	truc@gmail.com	45/67B Nguyễn Trãi	1234567	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Hô hấp		
7		Nguyễn Thị Ngọc Chăm	09/01/1996	ntncham0109@gmail	Nguyễn Văn cừ	023456788	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Hô hấp		
8		Nguyễn Thị Dao	09/01/1980	dao@gmail.com	Mậu Thân	0909786578	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Nội tổng hợp		

Hình 107. Giao diện xem danh sách nhân viên

Kịch bản cho chức năng xem danh sách nhân viên (Hình 107) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn chức năng “Danh sách nhân viên”
- * Bước 2: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách nhân viên
- * Bước 3: Người dùng xem danh sách nhân viên
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.4.3. In danh sách nhân viên

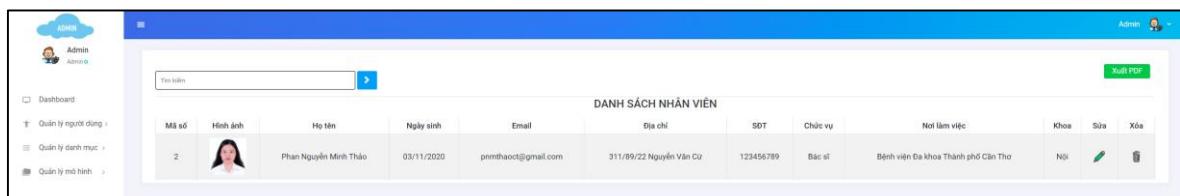
Mã số	Hình ảnh	Họ tên	Ngày sinh	Email	Địa chỉ	SĐT	Chức vụ	Nơi làm việc	Khoa
1		Admin	16/11/2020	admin@gmail.com	123 Nguyễn Đề	123456789	Admin	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Bộ phận kỹ thuật
2		Phan Nguyễn Minh Thảo	03/11/2020	pnmthaoct@gmail.com	311/89/22 Nguyễn Văn Cừ	123456789	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Nội
3		Võ Hoàng Minh	29/11/2020	minh@gmail.com	12A Lý Tự Trọng	123456789	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Nội tổng hợp
4		Phan Nguyễn Minh Ngọc	06/12/2020	ngoc@gmail.com	456 Nguyễn Thị Minh Khai	123456789	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Hô hấp
5		Hồ Thị Hồng Diệp	06/12/2020	diep@gmail.com	789 Trương Định	123456789	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Hô hấp
6		Huỳnh Thanh Trúc	01/12/2020	truc@gmail.com	45/67B Nguyễn Trãi	1234567	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Hô hấp
7		Nguyễn Thị Ngọc Chăm	09/01/1996	ntncham0109@gmail	Nguyễn Văn cừ	023456788	Bác sĩ	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	Hô hấp

Hình 108. Giao diện kết xuất danh sách nhân viên

Kịch bản cho chức năng xuất danh sách nhân viên (Hình 108) bắt đầu từ bước 3 (Hình 107) như sau:

- * Bước 4: Người dùng chọn Export PDF
- * Bước 5: Hệ thống hiển thị giao diện xem trước khi lưu danh sách nhân viên
- * Bước 6: Người dùng chọn Save
- * Kết thúc sự kiện.

5.4.4. Tìm kiếm nhân viên



Hình 109. Giao diện tìm kiếm nhân viên

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm nhân viên (Hình 109) bắt đầu từ bước 3 (Hình 107) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin nhân viên
- * Bước 5: Người dùng chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 6: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách nhân viên.
- * Bước 7: Người dùng xem danh sách nhân viên.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.4.5. Cập nhật nhân viên

Hình 110. Giao diện cập nhật thông tin nhân viên

Kịch bản cho chức năng cập nhật thông tin nhân viên (Hình 110) bắt đầu từ bước 3 (Hình 107) như sau:

- * Bước 4: Người dùng chọn “Sửa” thông tin nhân viên
- * Bước 5: Hệ thống hiển thị giao diện Cập nhật thông tin nhân viên
- * Bước 6: Người dùng cập nhật thông tin nhân viên
- * Bước 7: Người dùng chọn nút Cập nhật thông tin nhân viên.
- * Bước 8: Hệ thống lưu lại thông tin nhân viên vào cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.4.6. Xóa nhân viên

Hình 111. Giao diện xóa nhân viên

Kịch bản cho chức năng xóa thông tin nhân viên (Hình 111) bắt đầu từ bước 3 (Hình 107) như sau:

- * Bước 4: Người dùng chọn “Xóa” nhân viên

- * Bước 5: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 6: Người dùng chọn Ok
- * Bước 7: Hệ thống xóa thông tin nhân viên khỏi cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.5. Quản lý loại học vị

5.5.1. Thêm và xem danh sách loại học vị

The screenshot shows two pages of a web application for managing academic degree types. The top page is titled 'Thêm loại học vị' (Add Academic Degree Type) and contains fields for 'Mã loại học vị' (Degree Type ID) set to 6 and 'Tên loại học vị' (Degree Type Name) with a placeholder 'Nhập tên loại học vị'. A blue 'Thêm loại học vị' button is at the bottom. The bottom page is titled 'Danh sách loại học vị' (List of Academic Degree Types) and shows a table with five rows of data. The columns are 'Mã số' (ID), 'Tên loại học vị' (Degree Type Name), 'Sửa' (Edit), and 'Xóa' (Delete). The data is as follows:

Mã số	Tên loại học vị	Sửa	Xóa
2	Học vị theo lâm sàng		
3	Học vị theo nghiên cứu		
4	Học vị nội trú		
5	Đại học		

A note at the bottom of the list page says 'Hiển thị 1-5 trên 5 loại học vị' (Displaying 1-5 of 5 academic degree types).

Hình 112. Giao diện thêm và xem danh sách loại học vị

Kịch bản cho chức năng thêm thông tin loại học vị (Hình 112) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Loại học vị”
- * Bước 2: Người dùng nhập loại học vị
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm loại học vị
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin loại học vị vào cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.5.2. Tìm kiếm loại học vị

The screenshot shows the 'Danh sách loại học vị' (List of Academic Degree Types) page with a search bar at the top containing 'nội trú'. Below the search bar is a table with one row of data. The columns are 'Mã số' (ID), 'Tên loại học vị' (Degree Type Name), 'Sửa' (Edit), and 'Xóa' (Delete). The data is as follows:

Mã số	Tên loại học vị	Sửa	Xóa
3	Học vị nội trú		

Hình 113. Giao diện tìm kiếm loại học vị

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm loại học vị (Hình 113) bắt đầu từ bước 3 (Hình 112) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin loại học vị

- * Bước 5: Người dùng chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 6: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách loại học vị
- * Bước 7: Người dùng xem danh sách loại học vị
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.5.3. Cập nhật loại học vị

CẬP NHẬT LOẠI HỌC VỊ

Mã số

Tên loại học vị

3

Học vị nội trú

Cập nhật loại học vị

Hình 114. Giao diện cập nhật loại học vị

Kịch bản cho chức năng cập nhật thông tin loại học vị (Hình 114) bắt đầu từ bước 3 (Hình 112) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” loại học vị
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật loại học vị”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật loại học vị
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin loại học vị vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.5.4. Xóa loại học vị

THÊM LOẠI HỌC VỊ

Xóa thành công

Mã loại học vị

Tên loại học vị

5

Nhập tên loại học vị

Thêm loại học vị

Hình 115. Giao diện xóa loại học vị

Kịch bản cho chức năng xóa thông tin loại học vị (Hình 115) bắt đầu từ bước 3 (Hình 112) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” loại học vị
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin loại học vị khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.6. Quản lý học vị

5.6.1. Thêm và xem danh sách học vị

The screenshot shows a user interface for managing academic degrees. On the left, there is a sidebar with navigation links: Dashboard, Quản lý người dùng, Quản lý chuyên khoa, Quản lý nơi làm việc, Quản lý bằng cấp, Quản lý model, and Quản lý bệnh. The main area has two sections: 'THÊM HỌC VỊ' (Add Degree) and 'DANH SÁCH HỌC VỊ' (Degree List). The 'THÊM HỌC VỊ' section contains fields for Mã học vị (Degree ID), Tên học vị (Degree Name), and Loại học vị (Degree Type), with a 'Thêm học vị' (Add Degree) button. The 'DANH SÁCH HỌC VỊ' section displays a table with three rows of degree data, each with edit and delete icons.

Mã học vị	Tên học vị	Loại học vị	Sửa	Xóa
1	Chuyên khoa 1	Học vị theo lâm sàng		
2	Chuyên khoa 2	Học vị theo lâm sàng		
3	Thạc sĩ	Học vị theo nghiên cứu		

Hình 116. Giao diện thêm và xem danh sách học vị

Kịch bản cho chức năng thêm thông tin học vị (Hình 116) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Học vị”
- * Bước 2: Người dùng nhập đầy đủ thông tin học vị
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm học vị
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin học vị vào cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.6.2. Tìm kiếm học vị

The screenshot shows a search interface for degrees. It features a search bar labeled 'Chuyên khoa' with a magnifying glass icon and a table below it. The table is titled 'DANH SÁCH HỌC VỊ' (Degree List) and contains two rows of degree data, each with edit and delete icons.

Mã học vị	Tên học vị	Loại học vị	Sửa	Xóa
1	Chuyên khoa 1	Học vị theo lâm sàng		
2	Chuyên khoa 2	Học vị theo lâm sàng		

Hình 117. Giao diện tìm kiếm học vị

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm học vị (Hình 117) bắt đầu từ bước 3 (Hình 116) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin học vị
- * Bước 5: Người dùng chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 6: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách học vị

- * Bước 7: Người dùng xem danh sách học vị
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.6.3. Cập nhật học vị

CẬP NHẬT HỌC VỊ

Mã số
1

Loại học vị
Học vị theo lâm sàng

Tên học vị
Chuyên khoa 1

Cập nhật học vị

Hình 118. Giao diện cập nhật học vị

Kịch bản cho chức năng cập nhật học vị (Hình 118) bắt đầu từ bước 3 (Hình 116) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” học vị
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật học vị”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật học vị
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin loại học vị vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.6.4. Xóa học vị

THÊM HỌC VỊ

Xóa thành công

Mã học vị
6

Tên học vị
Nhập tên bệnh

Loại học vị
Không

Thêm học vị

Hình 119. Giao diện xóa học vị

Kịch bản cho chức năng xóa học vị (Hình 119) bắt đầu từ bước 3 (Hình 116) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” học vị
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin học vị khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.7. Quản lý nơi làm việc

5.7.1. Thêm và xem danh sách nơi làm việc

Mã nơi làm việc	Tên nơi làm việc	Địa chỉ	Hotline	Sửa	Xóa
1	Bệnh viện Đa khoa Thành phố Cần Thơ	11, An Cự, Ninh Kiều, Cần Thơ	0292345673		
2	Bệnh viện Tim Mạch Thành phố Cần Thơ	12, An Bình, Ninh Kiều, Cần Thơ	12345		
3	Bệnh viện 121	14, An Cự, Ninh Kiều, Cần Thơ	123456789		

Hình 120. Giao diện thêm nơi làm việc

Kịch bản cho chức năng thêm nơi làm việc (Hình 120) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Nơi làm việc”
- * Bước 2: Người dùng nhập thông tin nơi làm việc bao gồm: Tên nơi làm việc, Hotline, Địa chỉ, Thành phố, Quận/huyện, Phường/xã
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm nơi làm việc
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin nơi làm việc vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.7.2. Tìm kiếm nơi làm việc

Mã nơi làm việc	Tên nơi làm việc	Địa chỉ	Hotline	Sửa	Xóa
3	Bệnh viện 121	34 Đường 30/4, An Bình, Ninh Kiều, Cần Thơ	123456789		

Hình 121. Giao diện tìm kiếm nơi làm việc

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm nơi làm việc (Hình 121) bắt đầu từ bước 3 (Hình 120) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin nơi làm việc
- * Bước 5: Người dùng chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 6: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách nơi làm việc
- * Bước 7: Người dùng xem danh sách nơi làm việc
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.7.3. Cập nhật nơi làm việc

CẬP NHẬT NƠI LÀM VIỆC

Mã số
3

Tên nơi làm việc
Bệnh viện 121

Hotline
123456789

Địa chỉ
34 Đường 30/4

Tỉnh/Thành phố
Cần Thơ

Quận/huyện
Ninh Kiều

Phường/xã
An Bình

Cập nhật nơi làm việc

Hình 122. Giao diện cập nhật nơi làm việc

Kịch bản cho chức năng cập nhật nơi làm việc (Hình 122) bắt đầu từ bước 3 (Hình 120) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” nơi làm việc
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật nơi làm việc”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật nơi làm việc
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin nơi làm việc vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.7.4. Xóa nơi làm việc

THÊM NƠI LÀM VIỆC

Xóa thành công

Mã nơi làm việc
4

Tên nơi làm việc
Nhập tên nơi làm việc

Hotline
Nhập số điện thoại

Địa chỉ
Nhập địa chỉ

Thành phố
Chọn

Quận/huyện
Chọn

Phường/xã
Chọn

Thêm nơi làm việc

Hình 123. Giao diện xóa nơi làm việc

Kịch bản cho chức năng xóa nơi làm việc (Hình 123) bắt đầu từ bước 3 (Hình 120) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” nơi làm việc
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin nơi làm việc khỏi cơ sở dữ liệu

- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.8. Quản lý nơi cấp bằng

5.8.1. Thêm và xem danh sách nơi cấp bằng

The screenshot shows a software interface for managing location information. On the left, there's a sidebar with navigation links: Dashboard, Quản lý người dùng, Quản lý danh mục, and Quản lý model. The main area has two sections: 'THÊM NƠI CẤP BẰNG HỌC VI!' (Add Education Certificate Issuing Location!) and 'DANH SÁCH NƠI CẤP BẰNG HỌC VI' (List of Education Certificate Issuing Locations). The 'Add' section contains fields for Mã nơi cấp (Location ID), Tên nơi cấp (Location Name), Địa chỉ (Address), Thành phố (City), Quận/huyện (District/County), Phường/xã (Neighborhood/Village), and SĐT (Phone Number). A 'Thêm nơi cấp bằng học vị' (Add education certificate issuing location) button is at the bottom. The 'List' section shows a table with columns: Mã số (Code), Tên nơi cấp (Location Name), Địa chỉ (Address), Số điện thoại (Phone Number), Sửa (Edit), and Xóa (Delete). One entry is shown: Mã số 2, Tên nơi cấp Đại học Y Dược TP Cần Thơ, Địa chỉ 311/89/22 Nguyễn Văn Cừ, An Bình, Ninh Kiều, Cần Thơ, Số điện thoại 123456789, with edit and delete icons.

Hình 124. Giao diện thêm và xem danh sách nơi cấp bằng

Kịch bản cho chức năng thêm nơi cấp bằng học vị (Hình 124) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Nơi cấp bằng”
- * Bước 2: Người dùng nhập thông tin nơi cấp bằng
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm nơi cấp bằng học vị
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin nơi cấp bằng học vị vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.8.2. Tìm kiếm nơi cấp bằng

The screenshot shows a search interface for 'DANH SÁCH NƠI CẤP BẰNG HỌC VI'. It features a search bar with the text 'y dược' and a search button. Below the search bar is a table with columns: Mã số (Code), Tên nơi cấp (Location Name), Địa chỉ (Address), Số điện thoại (Phone Number), Sửa (Edit), and Xóa (Delete). One entry is displayed: Mã số 2, Tên nơi cấp Đại học Y Dược TP Cần Thơ, Địa chỉ 311/89/22 Nguyễn Văn Cừ, An Bình, Ninh Kiều, Cần Thơ, Số điện thoại 123456789, with edit and delete icons.

Hình 125. Giao diện tìm kiếm nơi cấp bằng

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm nơi cấp bằng (Hình 125) bắt đầu từ bước 3 (Hình 124) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin nơi cấp bằng
- * Bước 5: Người dùng chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 6: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách nơi cấp bằng

- * Bước 7: Người dùng xem danh sách nơi cấp bằng
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.8.3. Cập nhật nơi cấp bằng

CẬP NHẬT NƠI CẤP BẰNG

Mã số	Tên nơi cấp	Hotline	
2	Đại học y dược TP Cần Thơ	123456789	
Địa chỉ	Tỉnh/Thành phố	Quận/huyện	Phường/xã
311/89/22 Nguyễn Văn Cừ	Cần Thơ	Ninh Kiều	An Bình

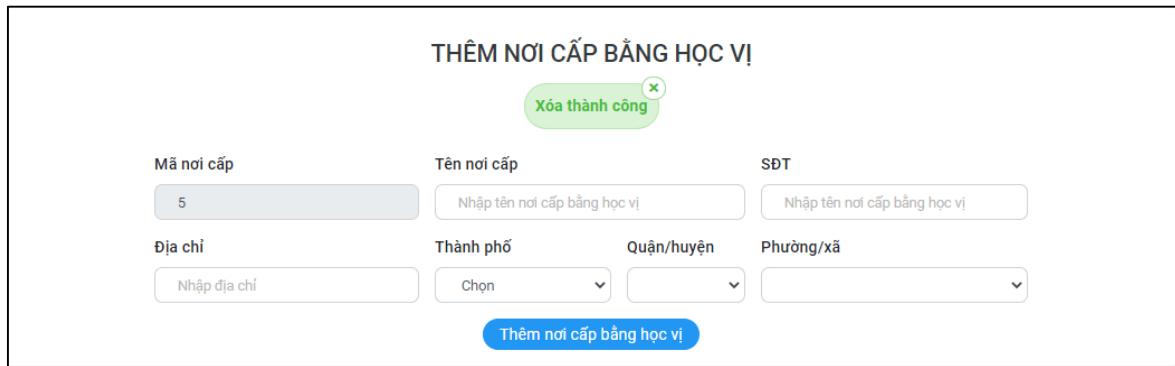
Cập nhật nơi cấp bằng

Hình 126. Giao diện cập nhật nơi cấp bằng

Kịch bản cho chức năng cập nhật nơi cấp bằng (Hình 126) bắt đầu từ bước 4 (Hình 124) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” nơi cấp bằng
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật nơi cấp bằng”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật nơi cấp bằng
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin nơi cấp bằng vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.8.4. Xóa nơi cấp bằng



THÊM NƠI CẤP BẰNG HỌC VI

Xóa thành công

Mã nơi cấp	Tên nơi cấp	SĐT	
5	Nhập tên nơi cấp bằng học vị	Nhập tên nơi cấp bằng học vị	
Địa chỉ	Thành phố	Quận/huyện	Phường/xã
Nhập địa chỉ	Chọn		

Thêm nơi cấp bằng học vị

Hình 127. Giao diện xóa nơi cấp bằng

Kịch bản cho chức năng xóa nơi cấp bằng (Hình 127) bắt đầu từ bước 4 (Hình 124) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” nơi cấp bằng
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin nơi cấp bằng khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.9. Quản lý chuyên ngành

5.9.1. Thêm và xem danh sách chuyên ngành

The screenshot shows a web-based administrative interface. On the left, there is a sidebar with a user icon labeled 'Admin' and navigation links: 'Dashboard', 'Quản lý người dùng', 'Quản lý danh mục', and 'Quản lý model'. The main area has a blue header bar with the title 'THÊM CHUYÊN NGÀNH'. Below it, there are two input fields: 'Mã chuyên ngành' (Major code) containing '5' and 'Tên chuyên ngành' (Major name) with a placeholder 'Nhập tên chuyên ngành'. A blue button labeled 'Thêm chuyên ngành' (Add major) is at the bottom right of this section. Below this, another section titled 'DANH SÁCH CHUYÊN NGÀNH' (List of Majors) is shown. It includes a search bar with 'Tim kiếm' (Search) and a table with two rows of data. The table columns are 'Mã số' (Code), 'Tên chuyên ngành' (Major name), 'Sửa' (Edit), and 'Xóa' (Delete). The first row has code '1' and name 'Đa khoa'. The second row has code '2' and name 'Y học cổ truyền abc'.

Hình 128. Giao diện thêm và xem danh sách chuyên ngành

Kịch bản cho chức năng thêm chuyên ngành (Hình 128) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Chuyên ngành”
- * Bước 2: Người dùng nhập tên chuyên ngành
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm chuyên ngành
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin chuyên ngành vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.9.2. Tìm kiếm chuyên ngành

The screenshot shows a search interface for majors. At the top, there is a search bar with the placeholder 'cổ truyền' (Traditional Medicine) and a blue search button. Below the search bar, a table titled 'DANH SÁCH CHUYÊN NGÀNH' (List of Majors) displays one result. The table has columns: 'Mã số' (Code), 'Tên chuyên ngành' (Major name), 'Sửa' (Edit), and 'Xóa' (Delete). The single row shows code '2' and name 'Y học cổ truyền'.

Hình 129. Giao diện tìm kiếm chuyên ngành

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm chuyên ngành (Hình 129) bắt đầu từ bước 3 (Hình 128) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin chuyên ngành
- * Bước 5: Người dùng chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 6: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách chuyên ngành
- * Bước 7: Người dùng xem danh sách chuyên ngành
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.9.3. Cập nhật chuyên ngành

CẬP NHẬT CHUYÊN NGÀNH

Mã chuyên ngành
1

Tên chuyên ngành
Đa khoa

Cập nhật chuyên ngành

Hình 130. Giao diện cập nhật chuyên ngành

Kịch bản cho chức năng cập nhật chuyên ngành (Hình 130) bắt đầu từ bước 3 (Hình 128) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” chuyên ngành
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật chuyên ngành”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật chuyên ngành
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin chuyên ngành vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.9.4. Xóa chuyên ngành

THÊM CHUYÊN NGÀNH

Xóa thành công

Mã chuyên ngành
5

Tên chuyên ngành
Nhập tên chuyên ngành

Thêm chuyên ngành

Hình 131. Giao diện xóa chuyên ngành

Kịch bản cho chức năng xóa chuyên ngành (Hình 131) bắt đầu từ bước 3 (Hình 128) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” chuyên ngành
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin chuyên ngành khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.10. Quản lý chuyên khoa

5.10.1. Thêm và xem danh sách chuyên khoa

Mã chuyên khoa	Tên chuyên khoa	Sửa	Xóa
1	Nội tổng hợp		
2	Nội		
3	Hô hấp		

Hình 132. Giao diện thêm và xem danh sách chuyên khoa

Kịch bản cho chức năng thêm thông tin chuyên khoa (Hình 132) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Chuyên khoa”
- * Bước 2: Người dùng nhập chuyên khoa
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm chuyên khoa
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin chuyên khoa vào cơ sở dữ liệu.
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.10.2. Tìm kiếm chuyên khoa

Mã chuyên khoa	Tên chuyên khoa	Sửa	Xóa
3	Hô hấp		

Hình 133. Giao diện tìm kiếm chuyên khoa

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm chuyên khoa (Hình 133) bắt đầu từ bước 3 (Hình 132) như sau:

- * Bước 4: Người dùng nhập thông tin chuyên khoa
- * Bước 5: Người dùng chọn nút Tìm kiếm
- * Bước 6: Hệ thống sẽ hiển thị danh sách chuyên khoa
- * Bước 7: Người dùng xem danh sách chuyên khoa
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.10.3. Cập nhật chuyên khoa

CẬP NHẬT CHUYÊN KHOA

Mã số: 3

Tên chuyên khoa: Hô hấp

Cập nhật chuyên khoa

Hình 134. Giao diện cập nhật chuyên khoa

Kịch bản cho chức năng cập nhật chuyên khoa (Hình 134) bắt đầu từ bước 3 (Hình 132) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” chuyên khoa
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật chuyên khoa”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật chuyên khoa
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin chuyên khoa vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.10.4. Xóa chuyên khoa

THÊM CHUYÊN KHOA

Xóa thành công

Mã chuyên khoa: 8

Tên chuyên khoa: Nhập tên chuyên khoa

Thêm chuyên khoa

Hình 135. Giao diện xóa chuyên khoa

Kịch bản cho chức năng xóa chuyên khoa (Hình 135) bắt đầu từ bước 3 (Hình 132) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” chuyên khoa
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin chuyên khoa khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.11. Quản lý loại bệnh

5.11.1. Thêm và xem danh sách loại bệnh

The screenshot shows two pages of a web application. The top page is titled 'Thêm loại bệnh' (Add Disease Type) with fields for 'Mã bệnh' (3) and 'Tên loại bệnh' (Nhập tên loại bệnh). The bottom page is titled 'Danh sách loại bệnh' (List of Disease Types) with a search bar and a table showing two entries: ID 1 (Phổi) and ID 2 (Tim), each with edit and delete icons.

Mã số	Tên loại bệnh	Sửa	Xóa
1	Phổi		
2	Tim		

Hình 136. Giao diện thêm và xem danh sách loại bệnh

Kịch bản cho chức năng thêm loại bệnh (Hình 136) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Loại bệnh”
- * Bước 2: Người dùng nhập tên loại bệnh
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm loại bệnh
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin loại bệnh vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.11.2. Tìm kiếm loại bệnh

The screenshot shows the 'Danh sách loại bệnh' (List of Disease Types) screen with a search bar containing 'Phổi'. A single result row is shown: ID 1 (Phổi), with edit and delete icons.

Mã số	Tên loại bệnh	Sửa	Xóa
1	Phổi		

Hình 137. Giao diện tìm kiếm loại bệnh

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm loại bệnh (Hình 137) bắt đầu từ bước 3 (Hình 136) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” loại bệnh
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật loại bệnh”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật loại bệnh
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật

- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin loại bệnh vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.11.3. Cập nhật loại bệnh

CẬP NHẬT LOẠI BỆNH

Mã số

Tên loại bệnh

1

Phổi

Cập nhật loại bệnh

Hình 138. Giao diện cập nhật loại bệnh

Kịch bản cho chức năng cập nhật loại bệnh (Hình 138) bắt đầu từ bước 3 (Hình 136) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” loại bệnh
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật loại bệnh”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật loại bệnh
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin loại bệnh vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.11.4. Xóa loại bệnh

THÊM LOẠI BỆNH

Xóa thành công

Mã bệnh

Tên loại bệnh

5

Nhập tên loại bệnh

Thêm loại bệnh

Hình 139. Giao diện xóa loại bệnh

Kịch bản cho chức năng xóa loại bệnh (Hình 139) bắt đầu từ bước 3 (Hình 136) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” loại bệnh
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin loại bệnh khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.12. Quản lý bệnh

5.12.1. Thêm và xem danh sách bệnh

The screenshot shows a web-based administrative interface for managing diseases. On the left, there's a sidebar with navigation links: 'Dashboard', 'Quản lý người dùng', 'Quản lý danh mục', and 'Quản lý model'. The main area has a blue header bar with the title 'THÊM BỆNH' and a user icon labeled 'Admin'. Below the header, there are fields for 'Loại bệnh' (selected: 'Tim_1'), 'Mã bệnh' (input: '4'), and 'Tên bệnh' (input: 'Nhập tên bệnh'). A blue button labeled 'Thêm bệnh' is at the bottom right of this section. Below this is a table titled 'DANH SÁCH BỆNH' with columns: 'Mã bệnh', 'Tên bệnh', 'Loại bệnh', 'Sửa', and 'Xóa'. It contains three rows with data: Row 1 (Mã bệnh: 1, Tên bệnh: Trần dịch màng phổi, Loại bệnh: Phổi), Row 2 (Mã bệnh: 2, Tên bệnh: Viêm phổi, Loại bệnh: Phổi), and Row 3 (Mã bệnh: 3, Tên bệnh: Phổi bị mờ, Loại bệnh: Phổi). Each row has edit and delete icons in the 'Sửa' and 'Xóa' columns respectively. A small note at the bottom says 'Hiển thị 1-3 trên 3 bệnh'.

Hình 140. Giao diện thêm và xem danh sách bệnh

Kịch bản cho chức năng thêm thông tin bệnh (Hình 140) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Bệnh”
- * Bước 2: Người dùng nhập đầy đủ thông tin bệnh
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm bệnh
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin bệnh vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.12.2. Tìm kiếm bệnh

The screenshot shows a search interface for diseases. At the top, there's a search bar with the input 'Viêm phổi' and a blue search button. Below the search bar is a table titled 'DANH SÁCH BỆNH' with columns: 'Mã bệnh', 'Tên bệnh', 'Loại bệnh', 'Sửa', and 'Xóa'. It contains one row with data: (Mã bệnh: 2, Tên bệnh: Viêm phổi, Loại bệnh: Phổi). The 'Sửa' and 'Xóa' columns contain edit and delete icons respectively.

Hình 141. Giao diện tìm kiếm bệnh

Kịch bản cho chức năng tìm kiếm bệnh (Hình 141) bắt đầu từ bước 3 (Hình 140) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” bệnh
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật bệnh”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật bệnh
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin bệnh vào cơ sở dữ liệu

- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.12.3. Cập nhật bệnh

CẬP NHẬT BỆNH

Loại bệnh: Phổi

Mã số: 2

Tên bệnh: Viêm phổi

Cập nhật bệnh

Hình 142. Giao diện cập nhật bệnh

Kịch bản cho chức năng cập nhật bệnh (Hình 142) bắt đầu từ bước 3 (Hình 140) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” bệnh
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật bệnh”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật bệnh
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin bệnh vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.12.4. Xóa bệnh

THÊM BỆNH

Xóa thành công

Loại bệnh: Mắt

Mã bệnh: 7

Tên bệnh: Nhập tên bệnh

Thêm bệnh

Hình 143. Giao diện xóa bệnh

Kịch bản cho chức năng xóa bệnh (Hình 143) bắt đầu từ bước 3 (Hình 140) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” bệnh
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin bệnh khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.13. Quản lý tỉnh/thành phố

5.13.1. Thêm và xem danh sách tỉnh/thành phố

The screenshot shows a left sidebar with navigation items: Dashboard, Quản lý người dùng, Quản lý danh mục, and Quản lý mô hình. The main area has a blue header bar with 'ADMIN' and a user icon. Below the header, there are two sections: 'THÊM THÀNH PHỐ' (Add City) and 'DANH SÁCH THÀNH PHỐ' (List of Cities). The 'THÊM THÀNH PHỐ' section contains input fields for 'Mã thành phố' (City code) and 'Tên thành phố' (City name), both with placeholder text 'Nhập mã thành phố' and 'Nhập tên thành phố'. A 'Thêm thành phố' (Add city) button is below these fields. The 'DANH SÁCH THÀNH PHỐ' section displays a table with four rows of city data:

Mã số	Tên thành phố	Sửa	Xóa
24	Hà Nội		
57	Vĩnh Long		
59	Sóc Trăng		
65	Cần Thơ		

At the bottom of the table, it says 'Hiển thị 1-4 trên 4 thành phố' (Displaying 1-4 of 4 cities).

Hình 144. Giao diện thêm và xem danh sách tỉnh/thành phố

Kịch bản cho chức năng thêm tỉnh/thành phố (Hình 144) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Tỉnh/thành phố”
- * Bước 2: Người dùng nhập đầy đủ thông tin tỉnh/thành phố
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm tỉnh/thành phố
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin tỉnh/thành phố vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.13.2. Cập nhật tỉnh/thành phố

The screenshot shows a form titled 'CẬP NHẬT THÀNH PHỐ' (Update City). It has two input fields: 'Mã số' (City code) with value '65' and 'Tên thành phố' (City name) with value 'Cần Thơ'. Below the fields is a 'Cập nhật thành phố' (Update city) button.

Hình 145. Giao diện cập nhật tỉnh/thành phố

Kịch bản cho chức năng cập nhật tỉnh/thành phố (Hình 145) bắt đầu từ bước 3 (Hình 144) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” tỉnh/thành phố
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật tỉnh/thành phố”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật tỉnh/thành phố
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin tỉnh/thành phố vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.13.3. Xóa tỉnh/thành phố

Hình 146. Giao diện xóa tỉnh/thành phố

Kịch bản cho chức năng xóa tỉnh/thành phố(Hình 146) bắt đầu từ bước 3 (Hình 144) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” tỉnh/thành phố
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin tỉnh/thành phố khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.14. Quản lý quận/huyện

5.14.1. Thêm và xem danh sách quận/huyện

Mã quận/huyện	Tên quận/huyện	Tỉnh/Thành phố	Sửa	Xóa
4	Bình Minh	Vĩnh Long		
5	Bình Tân	Vĩnh Long		
6	Long Ho	Vĩnh Long		
7	Mang Thịt	Vĩnh Long		
8	Tam Bình	Vĩnh Long		

Hình 147. Giao diện thêm và xem danh sách quận/huyện

Kịch bản cho chức năng thêm quận/huyện (Hình 147) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Quận/huyện”
- * Bước 2: Người dùng nhập đầy đủ thông tin quận/huyện
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm quận/huyện

- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin loại bệnh vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.14.2. Cập nhật quận/huyện

CẬP NHẬT QUẬN/HUYỆN

Mã số
1

Tỉnh/Thành phố
Cần Thơ

Tên quận/huyện
Ninh Kiều

Cập nhật quận/huyện

Hình 148. Giao diện cập nhật thông tin quận/huyện

Kịch bản cho chức năng cập nhật quận/huyện (Hình 148) bắt đầu từ bước 3 (Hình 147) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” quận/huyện
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật quận/huyện”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật quận/huyện
- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin quận/huyện vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.14.3. Xóa quận/huyện

THÊM QUẬN/HUYỆN

Xóa thành công

Mã quận/huyện
13

Tên quận/huyện
Nhập tên quận

Tỉnh/Thành phố
Cần Thơ

Thêm quận/huyện

Hình 149. Giao diện xóa thông tin quận/huyện

Kịch bản cho chức năng xóa quận/huyện (Hình 149) bắt đầu từ bước 3 (Hình 147) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” quận/huyện
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin quận/huyện khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.15. Quản lý phường/xã

5.15.1. Thêm và xem danh sách phường/xã

The screenshot shows a web-based administrative interface for managing wards/villages. On the left, there's a sidebar with navigation links: Dashboard, Quản lý người dùng, Quản lý danh mục, and Quản lý mô hình. The main area has a blue header bar with the title 'THÊM PHƯỜNG/XÃ'. Below it, there are two input fields: 'Mã phường/xã' (Ward/Village ID) with value '22' and 'Tên phường/xã' (Ward/Village Name) with placeholder 'Nhập tên phường/xã'. There are dropdown menus for 'Thành phố' (City) set to 'Chọn' and 'Quận/huyện' (District/City) set to 'Ninh Kiều'. A blue button labeled 'Thêm phường/xã' (Add Ward/Village) is at the bottom. Below this, a table titled 'DANH SÁCH PHƯỜNG/XÃ' lists four entries:

Mã phường/xã	Tên phường/xã	Quận/huyện	Sửa	Xóa
1	An Bình	Ninh Kiều		
2	An Cư	Ninh Kiều		
3	An Hòa	Ninh Kiều		
4	Hưng Lợi	Ninh Kiều		

Hình 150. Giao diện thêm và xem danh sách phường/xã

Kịch bản cho chức năng thêm phường/xã (Hình 150) như sau:

- * Bước 1: Người dùng chọn “Phường/xã”
- * Bước 2: Người dùng nhập đầy đủ thông tin phường/xã
- * Bước 3: Người dùng chọn Thêm phường/xã
- * Bước 4: Hệ thống lưu thông tin loại bệnh vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.15.2. Cập nhật phường/xã

The screenshot shows a form for updating a ward/village. It has two sets of input fields: 'Mã phường/xã' (Ward/Village ID) with value '4' and 'Tên phường/xã' (Ward/Village Name) with value 'Hưng Lợi'. Below these are dropdown menus for 'Tỉnh/Thành phố' (Province/City) set to 'Cần Thơ' and 'Quận/huyện' (District/City) set to 'Ninh Kiều'. At the bottom is a blue button labeled 'Cập nhật phường/xã' (Update Ward/Village).

Hình 151. Giao diện cập nhật phường/xã

Kịch bản cho chức năng cập nhật phường/xã (Hình 151) bắt đầu từ bước 3 (Hình 150) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Sửa” phường/xã
- * Bước 4: Hệ thống hiển thị giao diện “Cập nhật phường/xã”
- * Bước 5: Người dùng nhập thông tin cập nhật phường/xã

- * Bước 6: Người dùng chọn Cập nhật
- * Bước 7: Hệ thống lưu thông tin phường/xã vào cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

5.15.3. Xóa phường/xã

The screenshot shows a user interface for managing administrative units. At the top, it says 'THÊM PHƯỜNG/XÃ'. Below that is a green button labeled 'Xóa thành công' (Delete successfully). The form contains four input fields: 'Mã phường/xã' with value '22', 'Tên phường/xã' with placeholder 'Nhập tên phường/xã', 'Thành phố' with dropdown menu 'Chọn', and 'Quận/huyện' with dropdown menu 'Chọn'. At the bottom right is a blue button labeled 'Thêm phường/xã' (Add phường/xã).

Hình 152. Giao diện xóa thông tin phường/xã

Kịch bản cho chức năng xóa phường/xã (Hình 152) bắt đầu từ bước 4 (Hình 150) như sau:

- * Bước 3: Người dùng chọn “Xóa” phường/xã
- * Bước 4: Hệ thống yêu cầu xác nhận xóa
- * Bước 5: Người dùng chọn Ok
- * Bước 6: Hệ thống xóa thông tin phường/xã khỏi cơ sở dữ liệu
- * Kết thúc chuỗi sự kiện.

V. MINH CHỨNG CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU

* Bài báo 01:

Nguyen Minh Thao Phan and Hai Thanh Nguyen. Clinical Decision Support Systems for Pneumonia Diagnosis using Gradient-weighted Class Activation Mapping and Convolutional Neural Networks. The Second International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence (AICI 2021).

10/29/2020 Gmail - your submission for the AICI'2021 Conference, in Hanoi

 Gmail

Minh Thao Phan Nguyen <pnmthaoc@gmail.com>

your submission for the AICI'2021 Conference, in Hanoi

1 thu

Kreinovich, Vladik <vladik@utep.edu> 10:30 25 tháng 10, 2020
Tới: "pnmthaoc@gmail.com" <pnmthaoc@gmail.com>, "nthai@cit.ctu.edu.vn" <nthai@cit.ctu.edu.vn>
Cc: "aici2020@thanglong.edu.vn" <aici2020@thanglong.edu.vn>, "nphuong2008@gmail.com" <nphuong2008@gmail.com>, "Kreinovich, Vladik" <vladik@utep.edu>

Dear Colleagues,

Congratulations! Based on the referee reports, your paper

28 Nguyen Minh Thao Phan and Thanh Hai Nguyen
Clinical Decision Support Systems for Pneumonia Diagnosis using
Gradient-weighted Class Activation Mapping and Convolutional Neural
Networks

has been conditionally accepted for presentation at the Second
International Conference on Artificial Intelligence and
Computational Intelligence AICI'2021 (Hanoi, Vietnam, January
15-16, 2021) and for publication in the Springer edited book that
will contain selected papers from the conference, on the condition
that you take all the referee reports into account.

Please find the referees' comments on your paper below. Please take
them into account when preparing the final version of your paper.
As soon as possible, please send the revised paper (both pdf file
and the source file in LaTeX or MS Word), and a detailed
description of how you took the referees' suggestions into account.
All this information -- as well as the filled and signed copyright
form -- should be sent to vladik@utep.edu and to
aici2020@thanglong.edu.vn no later than November 10, 2020.

If possible, submit your revised version in LaTeX using the Springer format,
the style file svmult.cls and the sample files in LaTeX and in pdf are

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=682d5cef81&view=pt&search=all&permthid=thread-f%3A1681492964786362635&simpl=msg-f%3A16814929647...> 1/4

Hình 153. Minh chứng bài báo số 01

* **Bài báo 02:**

Hai Thanh Nguyen, Cong Tinh Dao, Nguyen Minh Thao Phan, Thi Ngoc Cham Nguyen. Pleural Effusion Diagnosis using Local Interpretable Model-agnostic Explanations and Convolutional Neural Network. IEIE Transactions on Smart Processing and Computing.

The screenshot shows an email inbox with one message from 'IEIE Transactions on Smart Processing and Computing' to 'me, thnguyen.cit'. The message subject is 'Manuscript ID SPC-2020-0090.R1' and it was received 1 hour ago at 11:52. The email body contains a thank you note for the manuscript submission, mentioning the title 'Pleural Effusion Diagnosis using Local Interpretable Model-agnostic Explanations and Convolutional Neural Network'. It states that English proofread files will be provided in a week and expresses gratitude for the contribution. The message ends with the signature of Prof. Youngsun Han, Journal Coordinator, IEIE Transactions on Smart Processing and Computing, with an email address 'ieekspc@ieekspc.org'.

IEIE Transactions on Smart Processing and Computing - Decision on
Manuscript ID SPC-2020-0090.R1

IEIE Transactions on Smart Processing and Computing <onbehalfof@manuscript...> 11:52 (1 hour ago)
to me, thnguyen.cit ▾
29-Dec-2020

Dear Mr. Nguyen:

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "Pleural Effusion Diagnosis using Local Interpretable Model-agnostic Explanations and Convolutional Neural Network" in its current form for publication in the IEIE Transactions on Smart Processing and Computing. The comments of the reviewer(s) who reviewed your manuscript are included at the foot of this letter.

English proofread files are provided in a week.

Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of the IEIE Transactions on Smart Processing and Computing, we look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,
Prof. Youngsun Han
Journal Coordinator, IEIE Transactions on Smart Processing and Computing
ieekspc@ieekspc.org

Hình 154. Minh chứng bài báo số 02