

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

ĐỀ TÀI:
PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG CHẨN ĐOÁN BỆNH
VÀ GIẢI PHÁP QUẢN LÝ BỆNH CỦA CÂY CÀ
CHUA DỰA TRÊN KỸ THUẬT XỬ LÝ ẢNH

Người hướng dẫn: **TS. NGUYỄN THỊ THANH QUỲNH**

Sinh viên thực hiện:

- 1. TRẦN ĐỨC HOÀNG – MSSV: 105200362 – LỚP: 20TDHCLC1**
- 2. NGUYỄN VĂN HÙNG – MSSV: 10520063 – LỚP: 20TDHCLC1**

Đà Nẵng, 6/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: Phát triển hệ thống chẩn đoán bệnh và giải pháp quản lý bệnh của cây cà chua dựa trên kỹ thuật xử lý ảnh.

Sinh viên thực hiện:

1. Trần Đức Hoàng - Số thẻ SV: 105200362 - Lớp: 20TDHCLC1
2. Nguyễn Văn Hùng - Số thẻ SV: 105200363 - Lớp: 20TDHCLC1

Dự án Capstone trình bày quá trình nghiên cứu và phát triển một hệ thống chẩn đoán bệnh trên cây cà chua bằng hình ảnh, ứng dụng các kỹ thuật xử lý ảnh và mô hình học sâu (deep learning). Đề tài nhằm giải quyết vấn đề chẩn đoán bệnh cây trồng một cách chính xác và tự động, hỗ trợ người nông dân phát hiện sớm và xử lý kịp thời các loại bệnh hại trên cây cà chua. Bằng cách sử dụng mạng nơ-ron tích chập (CNN) và mô hình ResNet, kết hợp với giao diện ứng dụng di động phát triển bằng React Native và backend Flask, hệ thống không chỉ cung cấp khả năng nhận diện bệnh chính xác mà còn đưa ra các giải pháp quản lý hiệu quả. Báo cáo bao gồm các phần từ cơ sở lý thuyết đến thiết kế hệ thống, thực nghiệm và đánh giá, thể hiện sự tích hợp giữa kiến thức chuyên ngành và ứng dụng công nghệ vào thực tiễn nông nghiệp thông minh.

KHOA ĐIỆN

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
Trần Đức Hoàng	105200362	20TDHCLC1	Kỹ thuật điều khiển & Tự động hóa
Nguyễn Văn Hùng	105200363	20TDHCLC1	Kỹ thuật điều khiển & Tự động hóa

1. Tên đề tài đồ án:

Phát triển hệ thống chẩn đoán bệnh và giải pháp quản lý bệnh của cây cà chua dựa trên kỹ thuật xử lý ảnh.

2. Đề tài thuộc diện: Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Trần Đức Hoàng	- Nghiên cứu tổng quan về cây cà chua và các loại bệnh phổ biến - Phân tích giá trị kinh tế, hiện trạng sản xuất và tiêu thụ cà chua tại Việt Nam - Tổng hợp ứng dụng công nghệ xử lý ảnh và mô hình học sâu trong nông nghiệp
2	Nguyễn Văn Hùng	- Thiết kế tổng quan hệ thống: Kiến trúc Frontend/backend, giao diện người dùng - Phân tích mô hình CNN và huấn luyện với ResNet - Đánh giá độ chính xác mô hình, so sánh kết quả thực nghiệm - Viết báo cáo thuyết minh

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Trần Đức Hoàng	- Thiết kế giao diện người dùng sử dụng React Native - Xây dựng Flask API tích hợp mô hình AI

		<ul style="list-style-type: none"> - Thiết kế hệ thống - Kết quả thực nghiệm, đánh giá mô hình và đề xuất cải tiến
2	Nguyễn Văn Hùng	<ul style="list-style-type: none"> - Phân tích kỹ thuật xử lý ảnh, tiền xử lý ảnh (preprocessing) - Cơ sở lý thuyết học sâu – CNN - Triển khai mô hình học sâu, thực hiện huấn luyện và đánh giá mô hình

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Trần Đức Hoàng	Sơ đồ, hình vẽ, quy trình của hệ thống
2	Nguyễn Văn Hùng	

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Trần Đức Hoàng	
2	Nguyễn Văn Hùng	

6. <i>Họ tên người hướng dẫn:</i>	<i>Phân/ Nội dung:</i>
T.S Nguyễn Thị Thanh Quỳnh	<ul style="list-style-type: none"> Hướng dẫn tư vấn giải pháp, lựa chọn công nghệ cho dự án Hướng dẫn làm thuyết trình báo cáo dự án Theo dõi tiến độ của dự án

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 15/3/2025

8. Ngày hoàn thành đồ án: 2/6/2025

Đà Nẵng, ngày tháng 6 năm 2025

Trưởng Bộ môn Tự động hóa

Người hướng dẫn

TS. Giáp Quang Huy

T.S Nguyễn Thị Thanh Quỳnh

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Phiếu dành cho người hướng dẫn/sinh viên)

Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
Trần Đức Hoàng	105200362	20TDHCLC1	Kỹ thuật điều khiển & Tự động hóa
Nguyễn Văn Hùng	105200363	20TDHCLC1	Kỹ thuật điều khiển & Tự động hóa

Tên đề tài ĐATN: Phát triển hệ thống chẩn đoán bệnh và giải pháp quản lý bệnh của cây cà chua dựa trên kỹ thuật xử lý ảnh

Họ tên người HD: TS. Nguyễn Thị Thanh Quỳnh

Đơn vị: Đại học Bách Khoa ĐN

Tuần	Ngày	Khối lượng		GVHD ký tên
		Đã thực hiện (%)	Tiếp tục thực hiện (%)	
1	17/3-23/3	- Nhận đề tài, tìm hiểu tổng quát, lý do chọn đề tài, mục tiêu, cấu trúc đề tài	- Tìm hiểu và nghiên cứu lý thuyết về đề tài	
2	24/3-30/3	- Nghiên cứu tổng quát về cây cà chua, thu thập thông tin về các loại bệnh	- Tiếp tục nghiên cứu, thực hiện dự án	
3	31/3-6/4	- Hoàn thành chương 1: Tổng quan về cây cà chua và các loại bệnh phổ biến	- Tiếp tục thực hiện dự án và nghiên cứu về xử lý ảnh	
4	6/4-7/4	Duyệt lần 1: Đánh giá khối lượng hoàn thành 25 %: Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		

5	7/4-13/4	<ul style="list-style-type: none"> - Nghiên cứu lý thuyết xử lý ảnh, mạng CNN, kiến trúc ResNet - Nghiên cứu hàm kích hoạt, hàm mất mát và thuật toán tối ưu - Đánh giá độ chính xác của mô hình 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiếp tục thực hiện và tìm hiểu thêm về các CNN precrossing 	
6	14/4-20/4	<ul style="list-style-type: none"> - Bắt đầu viết chương 2 - Lý thuyết CNN precrossing ảnh, softmax, batch size 	<ul style="list-style-type: none"> - Nghiên cứu và huấn luyện mô hình phân loại bệnh 	
7	20/4-27/4	<ul style="list-style-type: none"> - Huấn luyện mô hình phân loại bệnh với ResNet - Hoàn thành chương 2 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiếp tục thực hiện dự án và nghiên cứu giao diện người dùng React Native 	
8	27/4-28/4	Duyệt lần 2: Đánh giá khối lượng hoàn thành 50 %: Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		
9	28/4-4/5	<ul style="list-style-type: none"> - Xây dựng giao diện người dùng React Native, Flask Backend API 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiếp tục phát triển giao diện và tích hợp mô hình AI 	
10	5/5-11/5	<ul style="list-style-type: none"> - Tích hợp mô hình AI vào ứng dụng, kiểm thử mô hình với ảnh thực tế 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiếp tục thực hiện dự án và thiết kế hệ thống 	

11	12/5-18/5	- Viết chương 3: Thiết kế hệ thống, giao diện frontend/backend - Hoàn thành chương 3	- Hoàn thành giao diện và đánh giá kết quả mô hình	
12	18/5-19/5	Duyệt lần 3: Đánh giá khối lượng hoàn thành 90 %: Được tiếp tục làm ĐATN <input type="checkbox"/> Không tiếp tục thực hiện ĐATN <input type="checkbox"/>		
13	20/5-1/6	- Hoàn thành chương 4: Đánh giá kết quả mô hình, phân tích hiệu quả	- Hoàn chỉnh đề tài	
14	2/6-8/6	- Hoàn thiện báo cáo, trích dẫn tài liệu		
15	9/6-15/6	- Hoàn thành đồ án		

LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN

Nhóm em xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc đến **Ban Giám hiệu Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng, Ban Chủ nhiệm Khoa Điện**, cùng toàn thể **quý thầy cô trong khoa** đã tận tình giảng dạy, truyền đạt kiến thức và tạo mọi điều kiện thuận lợi cho em trong suốt quá trình học tập và thực hiện đề án tốt nghiệp. Sự tận tâm và truyền cảm hứng từ thầy cô đã khơi dậy trong chúng tôi niềm đam mê và sự tò mò về ngành tự động hóa. Nhóm biết ơn vì sự tận tụy và những giá trị quý báu mà thầy cô đã truyền đạt cho thế hệ sinh viên như chúng em.

Nhóm xin chân thành cảm ơn đội ngũ giáo viên, cán bộ và cơ sở thực tập đã tạo điều kiện để nhóm có cơ hội học hỏi, trau dồi kiến thức, và áp dụng những gì đã học vào thực tế trong quá trình thực hiện đề tài. Sự hỗ trợ và đóng góp của quý thầy cô là động lực quan trọng giúp chúng em phát triển và trưởng thành trong sự nghiệp của mình.

Đặc biệt, nhóm chúng em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến **TS. Nguyễn Thị Thanh Quỳnh - giảng viên hướng dẫn**, người đã tận tình chỉ bảo, định hướng chuyên môn và luôn đồng hành cùng em trong suốt thời gian thực hiện đề tài.

Mặc dù nhóm đã rất nỗ lực để hoàn thiện đề tài, song năng lực bản thân còn nhiều hạn chế, bản báo cáo không tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy, nhóm chúng em rất mong nhận được những góp ý quý báu từ quý thầy cô để nhóm hoàn thiện hơn trong học tập cũng như công việc sau này.

Chặng đường 5 năm học tập và rèn luyện tại trường Đại học đã khép lại. Sau khi hoàn thành đề án tốt nghiệp này, chúng em những kỹ sư trẻ mang theo hành trang là kiến thức chuyên môn, kỹ năng thực tiễn và cả thái độ làm việc chuyên nghiệp, sẵn sàng bước vào môi trường làm việc thực tế. Những kết quả mà chúng em đạt được hôm nay là thành quả của sự tận tâm giảng dạy, chỉ dẫn và đồng hành của quý thầy cô Khoa Điện – Trường Đại học Bách Khoa. Chính sự cống hiến thầm lặng ấy đã góp phần không nhỏ giúp chúng tôi vững bước trên con đường phía trước.

Chúng em xin gửi lời tri ân sâu sắc và chân thành cảm ơn đến quý thầy cô!

Đề tài “**Phát triển hệ thống chẩn đoán bệnh và giải pháp quản lý bệnh của cây cà chua dựa trên kỹ thuật xử lý ảnh**” được thực hiện nhằm xây dựng một công cụ hỗ trợ hiệu quả cho người trồng cà chua trong việc nhận diện sớm các loại bệnh thông qua hình ảnh lá cây, từ đó đưa ra biện pháp xử lý phù hợp và kịp thời. Hệ thống sử dụng các

phương pháp xử lý ảnh kết hợp với học sâu (deep learning) nhằm tăng độ chính xác và khả năng tự động hóa trong việc nhận diện bệnh.

Trong bối cảnh nền nông nghiệp đang từng bước chuyển mình theo hướng hiện đại hóa và ứng dụng công nghệ cao, việc áp dụng trí tuệ nhân tạo và kỹ thuật xử lý ảnh vào sản xuất nông nghiệp đã và đang trở thành xu hướng tất yếu. Đặc biệt, trong lĩnh vực chẩn đoán và quản lý sâu bệnh hại cây trồng, công nghệ số không chỉ góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất mà còn giảm thiểu chi phí và rủi ro cho người nông dân.

Cà chua là một trong những loại cây trồng phổ biến, có giá trị kinh tế cao tại Việt Nam cũng như nhiều quốc gia trên thế giới. Tuy nhiên, loại cây này lại dễ bị ảnh hưởng bởi nhiều loại sâu bệnh khác nhau, gây thiệt hại đáng kể về năng suất và chất lượng. Trong thực tế, việc nhận biết bệnh trên cây cà chua hiện nay phần lớn vẫn dựa vào cảm quan và kinh nghiệm cá nhân, dẫn đến tình trạng chẩn đoán không chính xác hoặc phát hiện muộn.

Đề án không chỉ mang tính học thuật mà còn có ý nghĩa thực tiễn cao, góp phần vào quá trình số hóa nông nghiệp và nâng cao năng lực ứng dụng công nghệ trong quản lý dịch bệnh cây trồng.

LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT

Chúng em xin cam đoan rằng đồ án tốt nghiệp với đề tài “Phát triển hệ thống chẩn đoán bệnh và giải pháp quản lý bệnh của cây cà chua dựa trên kỹ thuật xử lý ảnh” là nghiên cứu độc lập của chúng tôi với sự hỗ trợ từ giảng viên hướng dẫn TS. Nguyễn Thị Thanh Quỳnh.

Chúng em xin cam đoan rằng toàn bộ nội dung và số liệu trong báo cáo này đều là kết quả nghiên cứu trung thực, do chính nhóm thực hiện. Báo cáo không sao chép từ bất kỳ công trình nghiên cứu nào khác. Các tài liệu, hình ảnh và số liệu tham khảo (nếu có) đều đã được trích dẫn và ghi rõ nguồn gốc.

Chúng em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm nếu có bất kỳ sự sao chép, gian dối kết quả nào trong đồ án này.

Đà Nẵng, ngày tháng 06 năm 2025

Nhóm đồng tác giả thực hiện

Sinh viên 1

Sinh viên 2

Trần Đức Hoàng

Nguyễn Văn Hùng

MỤC LỤC

TÓM TẮT	ii
NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	iii
PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	v
LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN	viii
LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT	x
MỤC LỤC	xi
DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ.....	xv
MỞ ĐẦU	xvi
1. Lý do chọn đề tài	ii
2. Mục tiêu đề tài.....	ii
3. Đối tượng sử dụng.....	iii
4. Cấu trúc của đồ án.....	iii
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ CÂY CÀ CHUA	iv
1.1. Giới thiệu cây cà chua trong nền kinh tế Việt Nam	v
1.1.1. Giá trị kinh tế	v
1.1.2. Tình hình sản xuất và tiêu thụ cà chua ở Việt Nam	vi
1.2. Các bệnh thường gặp ở cây cà chua và hướng xử lý	vii
1.2.1. Bệnh đốm vi khuẩn trên lá cà chua	vii
1.2.2. Bệnh héo sớm ở lá cà chua.....	viii
1.2.3. Bệnh mốc sương ở lá cà chua	x
1.2.4. Bệnh nấm mốc trên lá cà chua.....	xi
1.2.5. Bệnh đốm lá septoria cà chua	xii
1.2.6. Bệnh nhện đỏ hai đốm trên lá cà chua.....	xiii
1.2.7. Bệnh đốm mắt cua trên cà chua.....	xv

1.2.8.	<i>Bệnh virus xoăn vàng lá cà chua</i>	xvi
1.2.9.	<i>Bệnh virus khảm cà chua</i>	xvii
1.3.	Các ứng dụng chuyển đổi số hiện có để chuẩn đoán bệnh ở cà chua	xviii
Chương 2: NHẬN DIỆN BỆNH CỦA CÂY CÀ CHUA QUA HÌNH ẢNH BẰNG MÔ HÌNH HỌC MÁY		xx
2.1.	Cơ sở lý thuyết về xử lý ảnh và mô hình học sâu.....	xx
2.1.1.	<i>Tiền xử lý ảnh</i>	xx
2.1.1.1	<i>Chuyển ảnh thành Tensor</i>	xx
2.1.1.2	<i>Batch size</i>	xxi
2.1.2.	<i>Mạng CNN (Convolutional Neural Network)</i>	xxi
2.1.2.1	<i>Khái niệm</i>	xxi
2.1.2.2	<i>Cấu trúc của CNN</i>	xxii
2.1.3.	<i>Hàm mất mát (loss function)</i>	xxx
2.1.4.	<i>Thuật toán tối ưu Optimization Function (Adam)</i>	xxx
2.1.5.	<i>Hàm đánh giá độ chính xác của mô hình (Evaluation function)</i> ..	xxxii
2.1.6.	<i>ResNet (Residual Network)</i>	xxxiii
2.2.	Triển khai mô hình thực tế.....	xxxiv
2.2.1.	<i>Quy trình xử lý ảnh</i>	xxxiv
2.2.2.	<i>Triển khai mô hình</i>	xxxv
2.2.2.1	<i>Tập dữ liệu và tiền xử lý dữ liệu</i>	xxxv
2.2.2.2	<i>Định nghĩa mô hình</i>	xxxvi
2.2.3.	<i>Huấn luyện mô hình</i>	xxxviii
2.2.3.1	<i>Mục tiêu</i>	xxxviii
2.2.3.2	<i>Quá trình huấn luyện</i>	xxxviii
2.2.3.3	<i>Regularization và Gradient Clipping</i>	xxxviii
2.2.3.4	<i>Hàm điều chỉnh tốc độ học OneCycleLR</i>	xxxviii
2.2.3.5	<i>Đánh giá mô hình</i>	xxxix
2.2.4.	<i>Kết quả huấn luyện mô hình</i>	xxxix

2.2.4.1	<i>Kết quả hàm mất mát</i>	xxxix
2.2.4.2	<i>Kết quả hàm đánh giá</i>	xl
Chương 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHẬN DIỆN HÌNH ẢNH		xlii
3.1	Kiến trúc tổng quát của hệ thống	xlii
3.2	Thiết kế giao diện	xlii
3.2.1.	<i>Chức năng</i>	xlii
3.2.2.	<i>Công nghệ sử dụng</i>	xliii
3.2.3.	<i>Thiết kế giao diện trang chủ</i>	xliii
3.2.4.	<i>Thiết kế giao diện chức năng quét và up ảnh</i>	xliv
3.2.5.	<i>Thiết kế giao diện kết quả</i>	xlv
3.3	Xử lý Backend	xlv
3.3.1.	<i>Chức năng</i>	xlv
3.3.2.	<i>Công nghệ sử dụng</i>	xlvi
3.3.3.	<i>Lưu đồ thuật toán</i>	xlvi
3.3.4.	<i>Kết quả mô phỏng Backend</i>	xlvii
Chương 4: KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ		xlviii
4.1	Kiểm tra hệ thống với các hình ảnh phân loại bệnh	xlviii
4.1.1	<i>Bệnh đốm vi khuẩn</i>	xlviii
4.1.2	<i>Bệnh héo sớm</i>	xlviii
4.1.3	<i>Bệnh sưng mai muện</i>	xlix
4.1.4	<i>Bệnh xoắn lá vàng</i>	xlix
4.1.5	<i>Bệnh khảm lá cà chua</i>	l
4.1.6	<i>Kết luận</i>	l
4.2	Kết quả đáp ứng của hệ thống	li
4.2.1	<i>Đánh giá với nhiều hình ảnh</i>	li
4.2.2	<i>Đánh giá với chất lượng hình ảnh thấp</i>	li
4.2.3	<i>Kết luận chung</i>	lii

KẾT LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN	liii
TÀI LIỆU THAM KHẢO	Lỗi! Thẻ đánh dấu không được xác định.
PHỤ LỤC 1	lv
PHỤ LỤC 2	Lỗi! Thẻ đánh dấu không được xác định.

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Hình 1 1 Hình ảnh bệnh đốm vi khuẩn trên lá cà chua	vii
Hình 1 2 Hình ảnh bệnh héo sớm ở lá cà chua.....	viii
Hình 1 3 Hình ảnh bệnh mốc sương ở lá cà chua.....	x
Hình 1 4 Hình ảnh bệnh nấm mốc trên lá cà chua	xi
Hình 1 5 Hình ảnh bệnh đốm lá septoria cà chua.....	xii
Hình 1 6 Hình ảnh bệnh nhện đỏ hai đốm trên lá cà chua	xiii
Hình 1 7 Hình ảnh bệnh đốm mắt cua trên lá cà chua.....	xv
Hình 1 8 Hình ảnh bệnh virus xoắn vàng lá cà chua.....	xvi
Hình 1 9 Hình ảnh Bệnh virus khảm cà chua.....	xvii
Hình 2 1 Hình hộp chữ nhật kích thước $a*b*h$	xx
Hình 2 2 Mô hình neural network	xxiii
Hình 2 3 Quá trình flattening.....	xxiii
Hình 2 4 Thực hiện phép tính convolution trên ảnh xám.....	xxiv
Hình 2 5 Ma trận Input khi thêm viền 0	xxiv
Hình 2 6 Thực hiện phép tính convolution trên ảnh màu.....	xxv
Hình 2 7 Convolutional layer đầu tiên	xxv
Hình 2 8 Convolutional layer tổng quát	xxvi
Hình 2 9 Thực hiện phép tính maxpool.....	xxvii
Hình 2 10 Thực hiện phép tính averagepool	xxvii
Hình 2 11 Hàm kích hoạt.....	xxviii
Hình 2 12 ReLu activation	xxviii
Hình 2 13 Softmax Activation.....	xxix
Hình 2 14 Sự khác nhau giữa GD và GD kết hợp với Monmomentum.....	xxxi

Hình 2 15 Sự khác nhau giữa kiến trúc mạng thông thường và kiến trúc mạng ResNet	xxxiii
Hình 2 16 Quy trình xử lý ảnh	xxxiv
Hình 2 17 Hình ảnh các lá cà chua bị bệnh và khỏe mạnh.....	xxxv
Hình 2 18 Khối Conv Block.....	xxxvi
Hình 2 19 Khối Residual Block.....	xxxvi
Hình 2 20 Lớp phân loại.....	xxxvii
Hình 2 21 Hình kiến trúc toàn bộ hệ thống	xxxvii
Hình 2 22 Biểu đồ hàm mất mát.....	xxxix
Hình 2 23 Biểu đồ hàm đánh giá	xl
Hình 3 1 Quy trình xử lý dữ liệu	xlii
Hình 3 2 Giao diện trang chủ	xliii
Hình 3 3 Giao diện trang quét và tải ảnh.....	xliv
Hình 3 4 Giao diện trang kết quả.....	xlv
Hình 3 5 Lưu đồ thuật toán của backend.....	xlvi
Hình 4 1 Lá cà chua bị bệnh đốm vi khuẩn và kết quả	xlviii
Hình 4 2 Lá cà chua bị bệnh héo sớm và kết quả.....	xlviii
Hình 4 3 Lá cà chua bị sương mai muộn và kết quả	xlix
Hình 4 4 Lá cà chua bị xoắn lá vàng và kết quả.....	xlix
Hình 4 5 Lá cà chua bị bệnh khảm và kết quả	l
Hình 4 6 Lá cà chua bị bệnh xoắn lá vàng và kết quả.....	li
Hình 4 7 Lá cà chua bị bệnh nấm mốc và kết quả.....	li

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Cà chua là một trong những loại cây trồng phổ biến và có giá trị kinh tế cao ở Việt Nam cũng như trên thế giới. Tuy nhiên, trong quá trình canh tác, cây cà chua rất dễ bị nhiễm các loại bệnh khác nhau như bệnh đốm lá, mốc sương, vàng lá, cháy lá, v.v. Những bệnh này không chỉ làm giảm năng suất mà còn ảnh hưởng đến chất lượng nông sản và thu nhập của người nông dân.

Hiện nay, việc phát hiện và chẩn đoán bệnh cây cà chua chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của người trồng hoặc chuyên gia nông nghiệp. Điều này không chỉ tốn thời gian mà còn dễ dẫn đến sai sót nếu không có kiến thức chuyên sâu. Trong khi đó, với sự phát triển mạnh mẽ của trí tuệ nhân tạo (AI) và công nghệ thị giác máy tính (Computer Vision), đặc biệt là các mô hình học sâu như mạng nơ-ron tích chập (CNN), việc tự động phát hiện bệnh trên lá cà chua từ hình ảnh đã trở nên khả thi và hiệu quả.

Chính vì vậy, em chọn đề tài “Xử lý chẩn đoán bệnh lá cà chua dựa trên hình ảnh” nhằm xây dựng một hệ thống hỗ trợ người nông dân trong việc phát hiện bệnh sớm, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất và giảm thiểu thiệt hại do sâu bệnh gây ra. Đề tài không chỉ mang ý nghĩa thực tiễn cao trong nông nghiệp thông minh mà còn giúp em vận dụng và phát triển các kiến thức đã học về xử lý ảnh, học sâu và lập trình ứng dụng vào giải quyết vấn đề thực tế.

2. Mục tiêu đề tài

Mục tiêu chính của đề tài là nghiên cứu và xây dựng một hệ thống ứng dụng kỹ thuật xử lý ảnh và học sâu (deep learning) nhằm tự động chẩn đoán bệnh trên lá cây cà chua thông qua hình ảnh. Cụ thể, đề tài hướng đến các mục tiêu sau:

- + Xây dựng và tiền xử lý tập dữ liệu hình ảnh bệnh trên cây cà chua
 - o Thu thập và phân loại hình ảnh lá/quả cà chua bị bệnh và khỏe mạnh.
 - o Thực hiện xử lý ảnh (lọc nhiễu, tăng cường dữ liệu, chuẩn hóa kích thước...).
- + Huấn luyện mô hình nhận diện bệnh sử dụng học sâu (deep learning)
 - o Sử dụng các mạng nơ-ron tích chập (CNN) để phân loại các loại bệnh khác nhau với độ chính xác cao.
- + Thiết kế hệ thống giao diện người dùng
 - o Cho phép người dùng tải ảnh lên và nhận kết quả chẩn đoán bệnh một cách dễ dàng.
 - o Hiện thị thông tin về bệnh, mức độ ảnh hưởng và hướng dẫn xử lý.

- + Tích hợp giải pháp quản lý và phòng bệnh dựa trên kết quả chẩn đoán
- + Đề xuất các biện pháp canh tác, sử dụng thuốc sinh học/hóa học, và quản lý tổng hợp dịch hại (IPM) tương ứng với từng loại bệnh.
- + Đánh giá hiệu quả và độ chính xác của hệ thống
 - o Kiểm định mô hình với tập dữ liệu mới, so sánh với kết quả chẩn đoán thủ công.
 - o Đánh giá mức độ ứng dụng thực tiễn và khả năng mở rộng hệ thống.

3. Đối tượng sử dụng

Đối tượng người dùng chính của ứng dụng nhận diện bệnh lá cà chua là những người nông dân, đặc biệt là các hộ gia đình hoặc cá nhân canh tác cà chua. Nhóm đối tượng này thường có kinh nghiệm thực tế trong việc trồng trọt nhưng có thể thiếu kiến thức chuyên sâu về nhận diện và điều trị các loại bệnh cây trồng phức tạp. Họ cần một công cụ tiện lợi, nhanh chóng để xác định vấn đề của cây trồng ngay tại vườn, giúp họ đưa ra quyết định kịp thời về việc phòng trừ và điều trị. Ngoài ra, ứng dụng cũng hữu ích cho những người làm vườn tại gia, những người đam mê nông nghiệp muốn chăm sóc cây cà chua của mình một cách hiệu quả hơn. Mục tiêu của ứng dụng là đơn giản hóa quy trình chẩn đoán bệnh, cung cấp các giải pháp điều trị hiệu quả và hỗ trợ họ nâng cao năng suất cây trồng.

4. Cấu trúc của đồ án

- TÓM TẮT
- NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
- PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
- LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN
- LỜI CAM ĐOAN LIÊN CHÍNH HỌC THUẬT
- MỤC LỤC
- DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ
- MỞ ĐẦU
- Chương 1: TỔNG QUAN VỀ CÂY CÀ CHUA
- Chương 2: NHẬN DIỆN BỆNH CỦA CÂY CÀ CHUA QUA HÌNH ẢNH BẰNG MÔ HÌNH HỌC MÁY
- Chương 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHẬN DIỆN HÌNH ẢNH
- Chương 4: KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

- KẾT LUẬN:
- TÀI LIỆU THAM KHẢO
- PHỤ LỤC 1
- PHỤ LỤC 2

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ CÂY CÀ CHUA

1.1. Giới thiệu cây cà chua trong nền kinh tế Việt Nam

Việt Nam, với sự đa dạng về khí hậu và địa hình, đã định vị cây cà chua là một trong những loại rau quả chủ lực trong nền nông nghiệp. Cà chua được trồng rộng rãi và phổ biến tại các tỉnh có khí hậu mát mẻ quanh năm, điển hình là các tỉnh vùng cao như Lâm Đồng, Sơn La, Lào Cai, và Hà Giang. Ngoài ra, ở những vùng đồng bằng, mô hình trồng cà chua trong nhà màng cũng đang ngày càng được áp dụng rộng rãi, giúp kiểm soát tốt hơn các yếu tố môi trường và giảm thiểu rủi ro từ thời tiết bất lợi. Diện tích trồng cà chua tại Việt Nam có sự biến động theo từng năm, nhưng cây cà chua luôn giữ một vị trí quan trọng trong cơ cấu cây trồng, đóng góp đáng kể vào tổng sản lượng rau quả của cả nước.

Sự phát triển của ngành trồng cà chua không chỉ mang lại giá trị kinh tế trực tiếp mà còn có ý nghĩa xã hội to lớn. Hàng trăm nghìn lao động nông thôn tìm thấy việc làm ổn định, có thu nhập từ hoạt động canh tác, thu hoạch và sơ chế cà chua. Điều này góp phần nâng cao đời sống của nhiều hộ gia đình và giảm bớt áp lực về việc làm ở khu vực nông thôn. Bên cạnh đó, cà chua còn là nguyên liệu thiết yếu cho nhiều ngành công nghiệp chế biến thực phẩm, từ các sản phẩm quen thuộc như tương cà, nước ép cà chua, đến cà chua đóng hộp và các loại gia vị khác, tạo ra chuỗi giá trị đa dạng và phong phú.

Mặc dù tiềm năng lớn, ngành sản xuất cà chua tại Việt Nam vẫn đối mặt với không ít thách thức. Các vấn đề về sâu bệnh hại, thời tiết bất lợi (như hạn hán, lũ lụt, hoặc nhiệt độ quá cao/thấp), cùng với sự chưa đồng đều về kỹ thuật canh tác giữa các vùng, đang là những rào cản lớn ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng sản phẩm. Để vượt qua những khó khăn này và nâng cao hiệu quả kinh tế, việc ứng dụng công nghệ cao trong sản xuất là hết sức cần thiết. Điều này bao gồm việc sử dụng các hệ thống canh tác thông minh, công nghệ chẩn đoán sớm và chính xác các loại bệnh hại trên cây trồng. Đồng thời, việc phát triển và áp dụng các giải pháp bảo quản sau thu hoạch tiên tiến cũng là yếu tố then chốt, giúp giảm thiểu thất thoát, kéo dài thời gian bảo quản và nâng cao giá trị thương phẩm của cà chua Việt Nam trên thị trường.

1.1.1. Giá trị kinh tế

Năm 2011 Việt Nam đứng thứ 27 trên toàn cầu về sản lượng cà chua xuất khẩu, Việt Nam xuất khẩu tổng giá trị 2.417.000 USD. Xuất khẩu cà chua của Việt Nam đã giảm từ 2.417.000 USD xuống 1.675.000 USD trong khoảng từ năm 2011 – 2014. Thị trường chính là Liên bang Nga và Đài Bắc, Trung Quốc.

Theo người trồng cà chua ở Lạng Sơn, trung bình một sào cà chua nếu chăm sóc tốt có thể cho thu hoạch từ 1,5 – 2 tấn quả. Với giá bán dao động từ 5.000 – 8.000 đồng/kg tùy loại to, nhỏ, người dân sẽ có thu nhập từ 8 đến 10 triệu đồng/sào sau khi trừ chi phí. Với hiệu quả kinh tế từ cây cà chua, chính quyền cũng định hướng người dân tiếp tục phát triển, mở rộng diện tích, tuy nhiên, cần nắm bắt thị trường để không sản xuất ồ ạt dẫn đến cung lớn hơn cầu. Từ trồng cà chua, nhiều hộ dân đã có thu nhập từ 40 đến 80 triệu đồng/năm, góp phần tăng thu nhập bình quân đầu người trên địa bàn. Cụ thể đến năm 2021, thu nhập bình quân đạt 36,2 triệu đồng/người/năm, tăng 1,2 triệu đồng/người/năm so với năm 2019; tỷ lệ hộ nghèo của xã giảm từ 9,3% năm 2019 xuống còn 5,7% năm 2020.

Những năm qua, cây cà chua đã trở thành cây trồng thế mạnh của Việt Nam. Tại thôn Hưng Long, xã Thành Long (Hàm Yên). Nhờ tuân thủ đúng quy trình kỹ thuật và áp dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật vào sản xuất, cây cà chua tại thôn Hưng Long sinh trưởng, phát triển tốt, đem lại thu nhập ổn định cho người dân mỗi năm. Với giống cà chua Tre Việt số 1 với diện tích trồng 1,5 sào, bình quân mỗi gốc cho thu từ 2,5 – 3 kg quả, 1 sào cà chua trong vòng 4 – 5 tháng cho năng suất từ 1,8 – 1,9 tấn quả, với giá bán ở tháng 3/2022 từ 10.000 – 15.000 đồng/kg, sau khi trừ chi phí đầu tư công chăm sóc thu lãi khoảng từ 12 – 17 triệu đồng/sào/vụ.

1.1.2. Tình hình sản xuất và tiêu thụ cà chua ở Việt Nam

Tại Việt Nam, cà chua bi là loại quả được trồng nhiều tại những vùng đồi, núi có khí hậu mát mẻ như Đà Lạt, Sapa. Khi vào mùa, cà chua bi có mức giá chỉ khoảng 15.000 đồng đến 20.000 đồng/kg. Khi hết mùa tại Hà Nội, cà chua bi có mức giá khá đắt đỏ và không dễ dàng gì mua được cà chua bi tại những chợ truyền thống. Cà chua bi trái mùa chỉ bán tại một vài siêu thị, những cửa hàng rau-củ-quả nông nghiệp hữu cơ và có mức giá dao động từ 60.000 đồng đến 80.000 đồng/kg tùy loại. Tại chợ đầu mối Đền Lừ (Hoàng Mai – Hà Nội), gần như cà chua bi là loại quả không có hàng để nhập về. Nhiều tiểu thương gom được cà chua từ Đà Lạt chuyển ra thường chỉ bán cho các nhà hàng, quán ăn. Vậy nên, cà chua bi không có nhiều để bán tại các chợ truyền thống. Cà chua bi Đà Loan có hình bầu dục, trái nhỏ bằng đầu ngón tay cái, vỏ màu đỏ và căng mọng. Điều đặc biệt, giống cà chua này không có hạt, có vị ngọt, giòn nên rất được ưa chuộng. Cũng như những giống cà chua khác, cà chua bi Đà Loan có thể dùng nấu canh, xào, làm salad rau củ, ăn sống, làm sinh tố, nước ép... Theo nhiều chủ cửa hàng bán loại cà chua này thì đây là loại cà chua làm đẹp da, tốt cho tiêu hóa, cải thiện thị lực, chống lão hóa... Có thời điểm giá bán cà chua này dao động ở mức 450.000 đồng/kg, đắt hơn rất nhiều lần so với cà chua Việt Nam.

Cà chua có năng suất trung bình từ 30 – 40 tấn/ha. Ở Lâm Đồng, có 7 ngàn ha nhưng sản lượng chiếm hơn 50% của cả nước với năng suất đạt từ 65 – 70 tấn/ha (đối với canh tác ngoài đồng). Điều này cho thấy, việc phát triển cây cà chua ở Lâm Đồng là phù hợp với nhiều điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng cũng như kinh nghiệm canh tác của người nông dân.

Năm 2020, cà chua được trồng và tiêu thụ phổ biến. Diện tích cà chua trong những năm gần đây dao động trong khoảng 23 – 25 ngàn ha, khoảng 40% ở phía Nam với diện tích khoảng 9.000 ha, trong đó Lâm Đồng có diện tích lớn nhất khoảng 7000 ha/năm. Ở các tỉnh phía Nam, 100% giống cà chua đang được sử dụng là giống cà F1 nhập nội, các giống phổ biến trong sản xuất những năm gần đây là 386, Kim cương đỏ, Anna, Savio, Lahay, trong đó giống Lahay được dùng cho sản xuất trong nhà màng tại Lâm Đồng. Giá giống cà chua trung bình từ 25 – 40 triệu đồng/kg, tại Lâm Đồng giá giống có lúc lên đến 43 triệu đồng/kg đối với giống cà chua sản xuất ngoài trời, hạt giống cà chua sản xuất trong nhà màng như Lahay, trung bình từ 1.500 đồng – 4000 đồng/hạt

1.2. Các bệnh thường gặp ở cây cà chua và hướng xử lý

1.2.1. Bệnh đốm vi khuẩn trên lá cà chua



Hình 1 1 Hình ảnh bệnh đốm vi khuẩn trên lá cà chua

a) Nguyên nhân

- + Vi khuẩn *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*
- + Độ ẩm cao, mưa nhiều, hoặc tưới nước làm lá ướt thường xuyên

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Các triệu chứng đầu tiên là sự xuất hiện của các tổn thương nhỏ màu xanh ngả vàng trên lá non, lá biến dạng và thường xoắn lại

- + Trên những lá già các tổn thương không lan qua các gân lá, dần dần tạo nên hình dạng có góc cạnh
- + Đốm nhỏ, tròn màu nâu đen, có viền vàng.
- + Khi bệnh nặng, đốm lan rộng, lá bị cháy, khô và rụng sớm.
- + Mặt dưới lá có thể thấy vết lõm nhẹ.

c) Ảnh hưởng

- + Giảm khả năng quang hợp làm cây phát triển kém
- + Giảm năng suất và chất lượng quả (quả nhỏ, không đều, xấu mã)
- + Gây khó khăn trong bảo quản và tiêu thụ sản phẩm sau thu hoạch
- + Làm lá rụng sớm gây nên quả dễ bị cháy nắng hoặc hư hại

d) Biện pháp phòng ngừa

- + Nếu có thể, hãy gieo trồng các hạt giống từ các nguồn đã được chứng nhận không nhiễm bệnh
- + Sử dụng các giống cây có sức đề kháng bệnh tại đại phương
- + Loại bỏ và đốt sạch bất cứ cây giống hay bộ phận nào của cây xuất hiện các đốm trên lá
- + Giám sát vườn thường xuyên, đặc biệt là trong những ngày thời tiết âm u
- + Phun thuốc ngay khi phát hiện dấu hiệu bệnh, ưu tiên các loại có hoạt chất: Copper Hydroxide (Kocide 77WP), Copper Oxychloride (Coc 85WP, Champion 77WP), Streptomycin sulfate (Streptomycin 17% + Tetracycline 3%)
- + Lên kế hoạch luân canh với các loài cây trồng không miễn cảm với bệnh suốt 2-3 năm
- + Sử dụng lớp phủ trên mặt đất để tránh cho đất nhiễm mầm bệnh từ cây.

1.2.2. Bệnh héo sớm ở lá cà chua



Hình 1 2 Hình ảnh bệnh héo sớm ở lá cà chua

a) Nguyên nhân

- + Do nấm *Alternaria solani*.
- + Bệnh phát sinh vào mùa mưa, độ ẩm môi trường cao, đất thoát nước kém, PH từ 7-7,2
- + Vườn rậm rạp, thiếu thông thoáng, có nhiều tàn dư cây trồng từ vụ trước.

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Cây cà chua bị héo lá khi lá còn xanh, ngọn héo rũ, thường xảy ra vào buổi sáng
- + Xuất hiện các đốm tròn màu nâu sẫm hoặc nâu đen
- + Giữa đốm có vòng đồng tâm giống như mắt bò
- + Viền xung quanh vết bệnh có màu vàng nhạt
- + Lá bị bệnh sẽ khô héo, rụng sớm từ dưới lên

c) Ảnh hưởng

- + Gây quang hợp và phát triển cây kém
- + Gây rụng lá sớm, làm quả bị phơi nắng, dễ cháy nắng và thối hỏng
- + Giảm năng suất rõ rệt, nhất là trong điều kiện ẩm độ cao hoặc cây suy yếu
- + Gây thiệt hại lớn nếu không kiểm soát kịp thời

d) Biện pháp phòng ngừa

- + Cắt tỉa bấm ngọn, tỉa cành định kỳ tạo sự thông thoáng, tránh tích tụ ẩm khiến cây cà chua bị héo lá
- + Vệ sinh sạch sẽ tàn dư cây trồng, cày ải phơi đất sau mỗi vụ
- + Tưới nước hợp lý, tránh để đất quá ẩm lâu ngày.
- + Bón phân cân đối, đặc biệt là tăng cường kali và canxi, hạn chế đạm dư thừa
- + Luân canh lúa nước, ngô là các cây trồng khác họ để giảm thiểu tác nhân gây hại trong đất như nấm, vi khuẩn, sâu bọ, côn trùng hại cà chua, v.v.
- + Nếu phát hiện cây cà chua héo lá do nấm, vi khuẩn lập tức nhổ bỏ, tiêu hủy xa vườn và phun phòng bằng thuốc BVTV, Chlorothalonil (VD: Daconil 75WP), Mancozeb (VD: Zineb, Mancozeb 80WP), Azoxystrobin, Tebuconazole, Propineb, v.v.

1.2.3. Bệnh mốc sương ở lá cà chua



Hình 1 3 Hình ảnh bệnh mốc sương ở lá cà chua

a) Nguyên nhân

- + Do nấm giả (*Phytophthora infestans*)
- + Nấm bệnh tấn công cây trồng mạnh mẽ trong khoảng nhiệt độ từ 18 – 20 độ C và độ ẩm không khí cao. Độ ẩm tối thiểu thích hợp cho sự phát triển của bệnh sương mai từ 76%, độ ẩm càng cao thì bệnh càng phát triển nhanh.
- + Thời tiết âm u, sương mù, thiếu ánh sáng và có mưa cũng là một trong các yếu tố khiến cho bệnh sương mai lây lan nhanh chóng trên vườn trồng.

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Ban đầu là các vết bệnh trên lá với màu xanh đậm không đồng đều, các mô có dấu hiệu ngậm nước. Sau đó vết bệnh chuyển thành màu nâu đen và mở rộng dần. Trong điều kiện ẩm ướt, bề mặt vết bệnh có thể xuất hiện lớp tơ trắng bao phủ
- + Khi ẩm, mặt dưới lá tại vết bệnh có mốc trắng xám (bào tử nấm).
- + Lá bệnh sẽ héo rũ, thối và rụng.

c) Ảnh hưởng

- + Vết bệnh trên lá có thể dẫn đến việc lá bị thối nhũn, giảm khả năng quang hợp của cây và làm cây suy yếu. Bệnh lan rộng nhanh chóng và làm tổn thương cả thân cây, gây ảnh hưởng đến sự phát triển chung của cây.
- + Làm giảm số lượng trái trên cây dẫn đến năng suất thu hoạch thấp hơn. Mặt khác trái bị nhiễm bệnh thường không đạt chất lượng, bị thối nhũn và dễ rụng, làm giảm giá trị thương mại của sản phẩm.

d) Biện pháp phòng ngừa

- + Hãy tránh canh tác trong mùa mưa nếu không có khả năng kiểm soát độ ẩm hiệu quả, giải pháp canh tác mùa mưa là trồng cà chua trong nhà màng.

- + Trước khi trồng, hãy phơi đất và vệ sinh đồng ruộng thật kỹ để loại bỏ tàn dư thực vật.
- + Đảm bảo ruộng cà chua có điều kiện thông thoáng tốt.
- + Không nên trồng cà chua liên tục trong nhiều vụ hoặc nhiều năm trên cùng một mảnh đất; thay vào đó, thực hiện luân canh với các cây trồng thuộc họ khác để giảm nguy cơ bệnh tật
- + Khi trồng nên chọn các cây giống sạch bệnh, phát triển khỏe và phù hợp với điều kiện tự nhiên ở địa phương
- + Để diệt trừ bệnh mốc sương trên cà chua do nấm *Phytophthora infestans* gây ra, có thể tham khảo sử dụng thuốc có một số hoạt chất phòng trừ nấm hại hiệu quả như là Mancozeb, Azoxystrobin, Metalaxyl, thuốc gốc đồng...

1.2.4. Bệnh nấm mốc trên lá cà chua



Hình 1 4 Hình ảnh bệnh nấm mốc trên lá cà chua

a) Nguyên nhân

- + Do nấm *Cladosporium fulvum*
- + Độ ẩm không khí cao, nhà vườn thiếu khoáng khí, mưa nhiều, lá luôn ướt

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Đốm vàng nhạt ở mặt trên lá, thường ở lá già trước
- + Mặt dưới lá có lớp nấm mốc màu xám-ô liu hoặc đen
- + Lá bị bệnh sẽ khô, rụng sớm

c) Ảnh hưởng

- + Giảm khả năng quang hợp do rụng lá sớm
- + Cây yếu, cho năng suất thấp
- + Bệnh lây lan rất nhanh trong nhà kính/nhà vườn nếu không kiểm soát độ ẩm

d) Biện pháp phòng ngừa

- + Dùng giống kháng bệnh
- + Tỉa lá, tạo thông thoáng, không trồng dày
- + Luân canh cây trồng khác họ
- + Tưới gốc, tránh phun ướt lá
- + Phun thuốc nấm như Mancozeb, Chlorothalonil, Copper hydroxide
- + Xoay vòng hoạt chất tránh kháng thuốc
- + Phun chế phẩm chứa Trichoderma spp., Bacillus subtilis
- + Bón phân cân đối, hạn chế đạm

1.2.5. Bệnh đốm lá septoria cà chua



Hình 1 5 Hình ảnh bệnh đốm lá septoria cà chua

a) Nguyên nhân

- + Do Nấm *Septoria lycopersici*
- + Độ ẩm cao, mưa nhiều hoặc sương mù kéo dài
- + Tàn dư cây bệnh trong đất hoặc hạt giống nhiễm nấm

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Xuất hiện nhiều đốm tròn nhỏ, đường kính 2–5 mm, màu nâu xám nhạt hoặc xám trắng, viền sẫm màu.
- + Vết bệnh rất đặc trưng: ở giữa có thể thấy chấm đen nhỏ – là ổ bào tử nấm.
- + Xuất hiện nhiều ở lá già phía dưới trước, sau đó lan lên trên.
- + Lá bị bệnh vàng, khô và rụng sớm, làm cây suy yếu và giảm năng suất

c) Ảnh hưởng

- + Lá bị vàng, khô và rụng sớm, khiến cây chỉ còn trơ lại thân và chùm quả
- + Mất lá gây nên khả năng quang hợp của cây kém, dẫn đến cú chế phát triển.

- + Giảm năng suất và chất lượng quả

d) Biện pháp phòng ngừa

- + Loại bỏ lá bị nhiễm bệnh. Rửa tay sạch và dụng cụ cắt trước khi cắt tia những cây cà chua không bị nhiễm bệnh
- + Bắt đầu phun thuốc ngay khi các triệu chứng đầu tiên xuất hiện.
- + Xem xét sử dụng thuốc diệt nấm hóa học. Một trong những loại thuốc ít độc hại nhất và hiệu quả nhất là chlorothalonil.
- + Duy trì cây khỏe mạnh và cải thiện sự phát triển của cây bằng sử dụng phân bón cà chua phù hợp.
- + Chỉ tưới nước ở gốc cây để tránh xa lá càng nhiều càng tốt.
- + Cắm cọc để chúng không chạm đất và không tụ lại với nhau. Lưu thông không khí tốt là điều cần thiết trong thời kỳ ẩm ướt và mưa.
- + Phủ lớp phủ bên dưới cây giúp ngăn ngừa các bào tử trên mặt đất bắn lên những chiếc lá phía dưới.

1.2.6. Bệnh nhện đỏ hai đốm trên lá cà chua



Hình 1 6 Hình ảnh bệnh nhện đỏ hai đốm trên lá cà chua

a) Nguyên nhân

- + Do nhện đỏ hai chấm (*Tetranychus urticae*), một loại côn trùng nhỏ thuộc nhóm nhện ve.
- + Phát triển mạnh trong thời tiết nóng, khô, đặc biệt vào mùa khô hạn hoặc trong nhà kính không thông thoáng

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Ban đầu, trên lá xuất hiện những chấm trắng vàng loang lổ do nhện đỏ hút nhựa, làm giảm khả năng quang hợp.

- + Lá dần chuyển sang màu vàng, trở nên thô cứng, phồng rộp, mất sức sống. Nếu bị hại nặng, lá sẽ khô và rụng khỏi cành.
- + Mặt dưới lá thường xuất hiện lớp tơ mỏng, đây là nơi nhện đỏ sinh sống, đẻ trứng và phát triển.

c) Ảnh hưởng

- + Giảm khả năng quang hợp, làm lá khô vàng, mất diệp lục, khiến quá trình quang hợp bị gián đoạn
- + Gây hại nghiêm trọng, chúng không chỉ tấn công lá mà còn xâm nhập vào cành non, khiến cành héo rũ và chết dần.
- + Làm quả có màu loang lổ, dễ bị nứt và rụng sớm, ảnh hưởng trực tiếp đến sản lượng thu hoạch.
- + Ảnh hưởng đến năng suất và kinh tế, nếu không kiểm soát kịp thời, nhện đỏ có thể làm giảm từ 30 – 50% sản lượng cà chua, gây thiệt hại nghiêm trọng cho nhà vườn.
- + Trái cà chua kém chất lượng, mất giá trị thương phẩm, khó tiêu thụ trên thị trường, làm giảm thu nhập của người trồng.

d) Biện pháp phòng ngừa

- + Trồng cà chua với mật độ hợp lý, tránh trồng quá dày để cây có không gian thông thoáng.
- + Thường xuyên thăm vườn để phát hiện sớm nhện đỏ và ngăn chặn kịp thời.
- + Tưới nước đều đặn, đặc biệt là mặt dưới lá để hạn chế sự phát triển của nhện đỏ.
- + Dọn sạch cỏ dại và tàn dư thực vật để hạn chế nơi trú ẩn của nhện.
- + Thường xuyên kiểm tra mặt dưới lá để phát hiện sớm
- + Sử dụng thuốc BVTV
- + Khi mật độ nhện đỏ cao, cần sử dụng các loại thuốc đặc trị có chứa hoạt chất: Chlorantraniliprole,
- + Abamectin
- + Phun thuốc vào lúc sáng sớm hoặc chiều tối, tránh giờ nắng gắt để tăng hiệu quả kiểm soát

1.2.7. Bệnh đốm mắt cua trên cà chua



Hình 1 7 Hình ảnh bệnh đốm mắt cua trên lá cà chua

a) Nguyên nhân

- + Do nấm *Septoria lycopersici* gây ra.
- + Nấm phát triển mạnh trong điều kiện ẩm độ cao, nhiệt độ ẩm áp, đặc biệt khi cây thiếu nước hoặc trong giai đoạn nở hoa.

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Vết bệnh ban đầu là những đốm đen lấm tấm trên bề mặt lá như đầu kim, về sau phát triển thành các đốm tròn với đường viền đen ở giữa có màu xám. Vết bệnh có thể phát triển lên đến 5-6 mm.
- + Bệnh chủ yếu gây hại trên lá, bệnh xảy ra ở các lá thấp phía dưới, lá bị nặng trở lên vàng, cong rồi đổi sang màu nâu sau đó bị rụng
- + Bệnh nặng làm hỏng, vàng lá và rụng lá dẫn đến quả phát triển kém.
- + Bệnh phát sinh và gây hại mạnh trong điều kiện thời tiết ẩm ướt, mưa nhiều, nhiệt độ cao. Những vườn cây có bộ lá dày, tạo độ ẩm không khí trong tán cao thì bệnh thường nặng.

c) Ảnh hưởng

- + Giảm khả năng quang hợp do rụng lá sớm, khiến cây suy yếu và giảm năng suất.
- + Lây lan nhanh trong điều kiện ẩm ướt, đặc biệt trong nhà kính hoặc nhà lưới không thông thoáng.
- + Khó kiểm soát nếu không phát hiện và xử lý kịp thời, ảnh hưởng đến chất lượng và giá trị thương mại của quả cà chua.

d) Biện pháp phòng ngừa

- + Luân canh với các cây khác họ; gieo trồng tập trung đúng thời vụ.

- + Sử dụng hạt giống sạch bệnh. Trồng cây đúng mật độ, tạo khoảng cách cho cây có độ thông thoáng.
- + Bón phân cân đối, hợp lý, tăng cường phân hữu cơ giúp cây khỏe; có thể sử dụng nấm đối kháng nhằm tiêu diệt mầm bệnh trong chất hữu cơ và trong đất.
- + Tưới nước hợp lý, không nên tưới vào chiều mát vì tạo điều kiện ẩm ướt trên lá qua đêm.
- + Tỉa bỏ các lá bệnh, đốt bỏ xác lá cây bệnh và tiêu hủy tàn dư cây trồng sau mỗi vụ. Tránh tưới nước lên lá, dùng bạt phủ nông nghiệp để che phủ đất có thể hạn chế được bệnh.
- + Kiểm tra ruộng thường xuyên, nếu phát hiện có bệnh nên loại bỏ ngay những cây, quả bị bệnh để hạn chế nguồn lây lan, đồng thời làm cho vườn thông thoáng, khô ráo hạn chế bệnh phát triển.
- + Khi bệnh xuất hiện, có thể sử dụng một số loại thuốc để phun trừ: Ridomil Gold 68WP, Daconil 500SC, Conabin 750WG, Score 250EC; Dolphin 720WP, hoặc sử dụng những loại thuốc đăng ký trừ bệnh đốm vòng trên cây rau, nằm trong Danh mục được phép sử dụng tại Việt Nam. Trước khi sử dụng xem kỹ hướng dẫn trên nhãn thuốc.

1.2.8. Bệnh virus xoắn vàng lá cà chua



Hình 1 8 Hình ảnh bệnh virus xoắn vàng lá cà chua

a) Nguyên nhân

- + Bệnh do vi- rút xoắn vàng lá (Tomato yellow leaf curl virus - TYLCV) gây ra.

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Vi -rút thường gây ra hiện tượng xoắn lá, nhất là lá ngọn xoắn rất mạnh. Lá có dạng co quắp, cây thấp lùn – mặt lá thường bị khảm đốm vàng.

c) Đặc điểm phát sinh

- + Bọ phấn Bemisia tabaci là môi giới truyền bệnh theo kiểu truyền bền vững. Bệnh không truyền bằng tiếp xúc cơ học. Ở Việt Nam bệnh xuất hiện trong vụ cà chua sớm và vụ xuân hè, chỉ cần có từ 3 – 4 con bọ phấn/cây đã có thể truyền bệnh từ cây bệnh sang cây khỏe.

d) Ảnh hưởng

- + Giảm năng suất nghiêm trọng: Cây bệnh sớm có thể mất trắng, cây bệnh muộn vẫn cho quả kém chất lượng.

e) Biện pháp phòng ngừa

- + Dùng giống kháng bệnh.
- + Thường xuyên kiểm tra vườn, nhổ bỏ cây bệnh đem tiêu hủy.
- + Luân canh với cây trồng không phải là ký chủ của rệp, phát hiện bệnh sớm và tiêu hủy cây bệnh.
- + Vệ sinh đồng ruộng, trừ cỏ dại.
- + Dùng các loại thuốc được phép sử dụng, theo nồng độ khuyến cáo và theo nguyên tắc 4 đúng (đúng thuốc, đúng thời điểm, đúng nồng độ và liều lượng, đúng cách).
- + Phòng trừ bọ phấn Bemisia tabaci để tiêu diệt môi giới truyền bệnh bằng các loại thuốc Applaud 10WP, Baythroid 5SL, Trebon 10EC, Pegasus 500SC, Fastac.

1.2.9. Bệnh virus khảm cà chua



Hình 1 9 Hình ảnh Bệnh virus khảm cà chua

a) Nguyên nhân

- + Do virus Tomato yellow leaf curl virus – TYLCV

- + Do thành trùng Rầy phấn trắng *Bemisia tabaci* chích hút từ cây bị nhiễm bệnh do virus, sau đó virus này lưu tồn trên tuyến nước bọt của rầy trong một thời gian dài và truyền cho cây khỏe trong lần chích hút kế tiếp.
- + Rầy phấn trắng truyền theo kiểu bền vững từ cây bệnh sang cây khỏe, số cây nhiễm bệnh lên đến 60-75% rất nhanh chóng.

b) Dấu hiệu nhận biết

- + Cây bệnh bị lùn, số hoa số quả ít, rìa lá bị vàng, lá cong lên, kích thước lá giảm.
- + Khi nhiễm bệnh sớm, lá xoắn mạnh và không có hoa trái, cây sớm lùn, lụi tàn, bệnh nhẹ cây cần cỗi, trái dị dạng, dễ bị rụng, phẩm chất trái giảm, năng suất giảm.
- + Cà chua trồng quá dày, bón nhiều đạm vô cơ, ẩm độ đất quá cao bệnh cũng thường phát sinh sớm và nặng.
- + Mật độ rầy phấn trắng cao 3-4 con/m² có thể gây bệnh và phát triển ở phạm vi rộng, cà chua còn nhỏ chưa có hoa ít bệnh, thời kỳ ra hoa, kết trái bệnh thường phát triển và gây hại nặng.

c) Ảnh hưởng

- + Gây hại nghiêm trọng trên cây cà chua, ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng trái.
- + Cây nhiễm virus không thể phục hồi → buộc phải nhổ bỏ và tiêu hủy
- + Ảnh hưởng nặng nhất khi cây nhiễm virus trong giai đoạn non hoặc trước ra hoa.
- + Cần được phát hiện sớm và phòng ngừa triệt để từ đầu vụ để giảm thiểu rủi ro.

d) Biện pháp phòng ngừa

- + Chọn giống kháng virus khảm hoặc giống sạch bệnh.
- + Mua cây giống, hạt giống từ nhà cung cấp uy tín.
- + Vệ sinh dụng cụ làm vườn, cắt tĩa bằng kéo sạch, tránh truyền cơ học.
- + Luân canh cây trồng, tránh trồng liên tục cây họ cà (cà chua, cà tím...).
- + Không lấy hạt giống từ cây bệnh.
- + Bón phân cân đối, tăng cường vi lượng giúp cây tăng sức đề kháng.
- + Diệt trừ côn trùng truyền virus như: bọ trĩ, rệp, bọ phấn bằng: Thuốc có hoạt chất: Abamectin, Imidacloprid, Spinosad...
- + Nhổ bỏ và tiêu hủy cây bệnh sớm, tránh lây lan cho cây khỏe.

1.3. Các ứng dụng chuyển đổi số hiện có để chuẩn đoán bệnh ở cà chua

Chuyển đổi số trong nông nghiệp, đặc biệt trong chẩn đoán bệnh cây trồng, là xu hướng tất yếu nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả sản xuất. Các lý do cụ thể bao gồm:

- + Phát hiện bệnh nhanh chóng chính xác: Giúp người nông dân phát hiện sớm các dấu hiệu bệnh thông qua hình ảnh, tránh lây lan và tổn thất lớn.
- + Giảm phụ thuộc vào chuyên gia nông nghiệp: Giúp người nông dân phát hiện sớm các dấu hiệu bệnh thông qua hình ảnh, tránh lây lan và tổn thất lớn.
- + Tiết kiệm chi phí và công sức: Ứng dụng công nghệ số giúp chẩn đoán tức thì, giảm nhu cầu kiểm tra thủ công tốn thời gian và chi phí.
- + Tích hợp quản lý dịch hại hiệu quả: Các hệ thống số có thể lưu trữ lịch sử bệnh, xu hướng thời tiết, hỗ trợ đưa ra khuyến cáo thông minh

- **Một số ứng dụng chuyển đổi số hiện có dùng để chẩn đoán bệnh ở lá cây cà chua**

Dưới đây là nền tảng, ứng dụng đã và đang sử dụng trong chẩn đoán trong bệnh cây trồng:

Tên ứng dụng /hệ thống	Chức năng chính	Nền tảng	Chú thích
Plantix	Chẩn đoán bệnh qua ảnh, đưa ra biện pháp xử lý	Android, iOS	Hỗ trợ tiếng Việt, phổ biến toàn cầu
PlantVillage Nuru	Nhận diện bệnh do AI, không cần internet	Android	Phát triển bởi Đại học Penn State, được FAO hỗ trợ
AgriDoc	Chẩn đoán bệnh, quản lý cây trồng, phân tích dữ liệu	Android	Hướng đến nông dân Đông Nam Á
Agremo	Phân tích dữ liệu hình ảnh từ drone, phát hiện bệnh & stress cây trồng	Web	Phù hợp với quy mô trang trại lớn
Leaf Doctor	Phân tích tổn thương lá cây dựa trên hình ảnh	Android, iOS	Dễ sử dụng, dùng trong giáo dục và nghiên cứu
TomatoX AI	Một số mô hình AI tùy chỉnh để nhận diện bệnh cà chua	Demo	Thường là sản phẩm nghiên cứu/đề tài riêng lẻ

Chương 2: NHẬN DIỆN BỆNH CỦA CÂY CÀ CHUA QUA HÌNH ẢNH BẰNG MÔ HÌNH HỌC MÁY

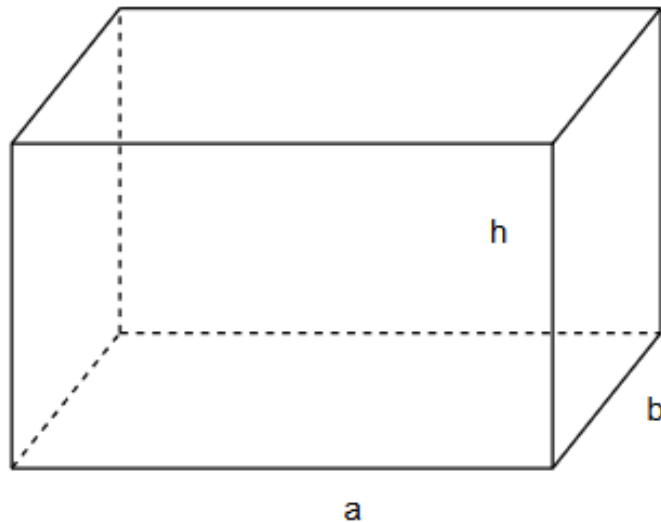
2.1. Cơ sở lý thuyết về xử lý ảnh và mô hình học sâu

2.1.1. Tiền xử lý ảnh

2.1.1.1 Chuyển ảnh thành Tensor

Thông thường các thuật toán Machine Learning (ML), Deep Learning (DL) chỉ xử lý được dữ liệu dạng số thực nên các dữ liệu đưa vào mô hình thường được chuyển về dạng số thực. Ảnh màu(rgb) được biểu diễn dưới dạng 1 tensor 3 chiều. [1]

Tensor là một cấu trúc dữ liệu chuyên biệt rất giống ma trận. Xếp n vectơ kích thước m cạnh nhau thì sẽ được ma trận $m \times n$. Thì tensor 3 chiều cũng là sự kết hợp của các ma trận cùng kích thước, xếp k ma trận kích thước $m \times n$ lên nhau ta được tensor kích thước $m \times n \times k$. [1]



Hình 2 1 Hình hộp chữ nhật kích thước $a \times b \times h$

Tương tượng mặt đáy là ma trận kích thước $a \times b$ được tạo bởi b vectơ kích thước a. Thì cả hình hộp là tensor 3 chiều kích thước $a \times b \times h$, được tạo bởi xếp h ma trận kích thước $a \times b$ lên nhau. Vì vậy ảnh sẽ được biểu diễn dưới dạng tensor 3 chiều kích thước $(256 \times 256 \times 3)$ do 3 ma trận (channel) màu red, green, blue, kích thước 256×256 chồng lên nhau.

2.1.1.2 Batch size

Trong lĩnh vực học sâu, batch size là một tham số thiết yếu, đại diện cho số lượng mẫu dữ liệu mà mô hình xử lý trong mỗi lần cập nhật trọng số. Việc lựa chọn batch size có ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ huấn luyện, hiệu suất tổng thể và chất lượng cuối cùng của mô hình. Tùy thuộc vào giá trị được chọn, batch size có thể mang lại những ưu nhược điểm riêng, phù hợp với các loại mô hình và tài nguyên tính toán khác nhau.

- + Batch size nhỏ (8-16): Khi sử dụng batch size nhỏ, mô hình sẽ cập nhật trọng số thường xuyên hơn. Điều này đặc biệt có lợi cho việc huấn luyện các mô hình phức tạp, vì nó giúp mô hình học được các chi tiết tinh tế và không bị "kẹt" trong các cực tiểu cục bộ. Tuy nhiên, việc cập nhật thường xuyên có thể làm cho quá trình huấn luyện chậm hơn và gradient có thể bị nhiễu nhiều hơn.
- + Batch size trung bình (32-64): Đây là lựa chọn phổ biến, mang lại sự cân bằng tốt giữa tốc độ huấn luyện và độ ổn định. Với batch size này, gradient ít nhiễu hơn so với batch size nhỏ, giúp mô hình học ổn định hơn mà vẫn duy trì được tốc độ hợp lý. Kích thước này cũng phù hợp với đa số các GPU thông thường, tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên phần cứng.
- + Batch size lớn (128 trở lên): Việc sử dụng batch size lớn giúp mô hình học rất nhanh vì số lần cập nhật trọng số giảm đi đáng kể. Tuy nhiên, nhược điểm là mô hình có nguy cơ overfitting (học thuộc lòng dữ liệu huấn luyện mà không khái quát hóa tốt trên dữ liệu mới) cao hơn. Điều này xảy ra do gradient bị "làm mượt" quá mức, khiến mô hình có thể bỏ qua các chi tiết nhỏ quan trọng trong dữ liệu. Ngoài ra, batch size lớn yêu cầu nhiều RAM và tài nguyên GPU hơn để xử lý lượng dữ liệu lớn cùng lúc.

Ta có 10000 ảnh huấn luyện và đặt batch size = 32, thì mỗi lần huấn luyện mô hình sẽ xử lý 32 ảnh cùng lúc. Tổng cộng sẽ cần $10000/32 \approx 320$ batches cho 1 epoch (vòng lặp qua toàn bộ dữ liệu).

2.1.2. Mạng CNN (Convolutional Neural Network)

2.1.2.1 Khái niệm

Mạng nơ-ron tích chập (Convolutional Neural Network - CNN) là một dạng đặc biệt và mạnh mẽ của mạng nơ-ron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN), được thiết kế chuyên biệt để giải quyết các bài toán liên quan đến xử lý ảnh và nhận dạng đối

tượng. Ưu điểm của CNN so với các mạng nơ-ron truyền thống nằm ở khả năng tận dụng và học hỏi các đặc trưng không gian vốn có trong dữ liệu hình ảnh.

CNN đạt được điều này thông qua việc sử dụng các lớp chuyên biệt như lớp tích chập (convolutional layers) và lớp gộp (pooling layers). Lớp tích chập đóng vai trò như một bộ lọc, quét qua toàn bộ hình ảnh để phát hiện và trích xuất các đặc trưng cục bộ như cạnh, đường cong, góc, hay các hình khối cơ bản. Điều đặc biệt là quá trình trích xuất đặc trưng này diễn ra một cách tự động, loại bỏ nhu cầu lập trình thủ công từng đặc trưng – một điểm khác biệt lớn so với các phương pháp xử lý ảnh truyền thống. Sau lớp tích chập, lớp gộp (thường là max pooling hoặc average pooling) sẽ giảm kích thước của bản đồ đặc trưng, giúp giảm tải tính toán, giảm nhiễu và làm cho mô hình ít nhạy cảm hơn với sự dịch chuyển nhỏ của các đặc trưng trong ảnh.

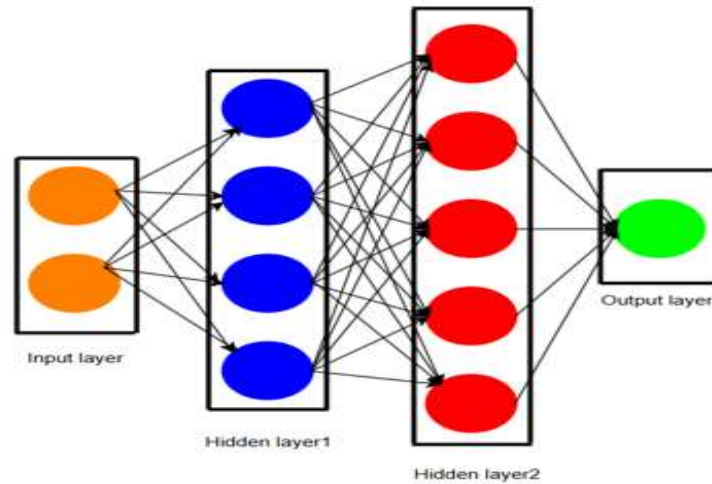
Nhờ cấu trúc độc đáo này, CNN có khả năng học được một hệ thống phân cấp các đặc trưng, từ những chi tiết rất cơ bản ở các lớp đầu tiên đến những đặc trưng phức tạp, mang tính ngữ cảnh ở các lớp sâu hơn. Chính khả năng tự động học và trích xuất đặc trưng hiệu quả đã biến CNN trở thành công cụ không thể thiếu trong nhiều ứng dụng thực tế như nhận diện khuôn mặt, phân loại hình ảnh, phát hiện vật thể, và xe tự lái, mang lại những bước tiến vượt bậc trong lĩnh vực thị giác máy tính.

2.1.2.2 Cấu trúc của CNN

a) Fully Connected Layer

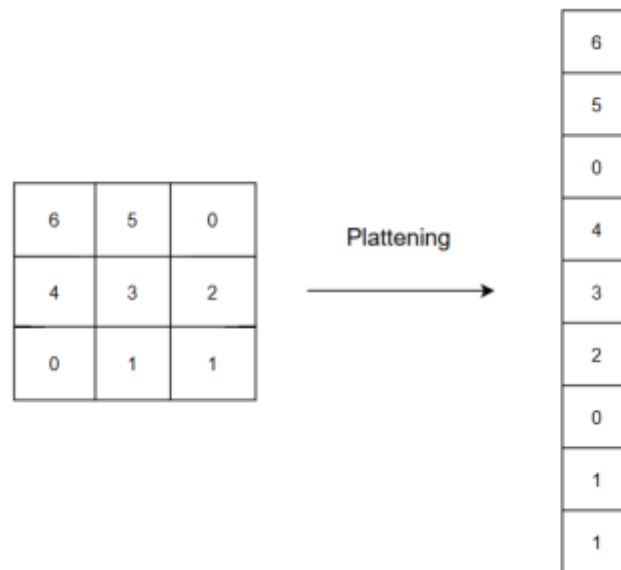
Lớp kết nối đầy đủ (Fully Connected Layer):

Còn được gọi là lớp tuyến tính, mỗi nơ-ron trong lớp này được kết nối với tất cả các nơ-ron ở lớp trước đó. Điều này cho phép lớp này học các mối quan hệ phức tạp giữa tất cả các đầu vào. Lớp kết nối đầy đủ thường được sử dụng ở cuối mạng nơ-ron để đưa ra dự đoán cuối cùng. Tuy nhiên, chúng có thể tốn kém về mặt tính toán cho dữ liệu đầu vào lớn. Phù hợp với các bài toán phân loại.



Hình 2 2 Mô hình neural network

Sau khi ảnh được chuyển qua nhiều convolution layer và pooling layer thì model đã học được tương đối các đặc điểm của ảnh, thì tensor của output của layer cuối cùng, kích thước $H*W*D$ sẽ được chuyển về 1 vector kích thước $(H*W*D, 1)$

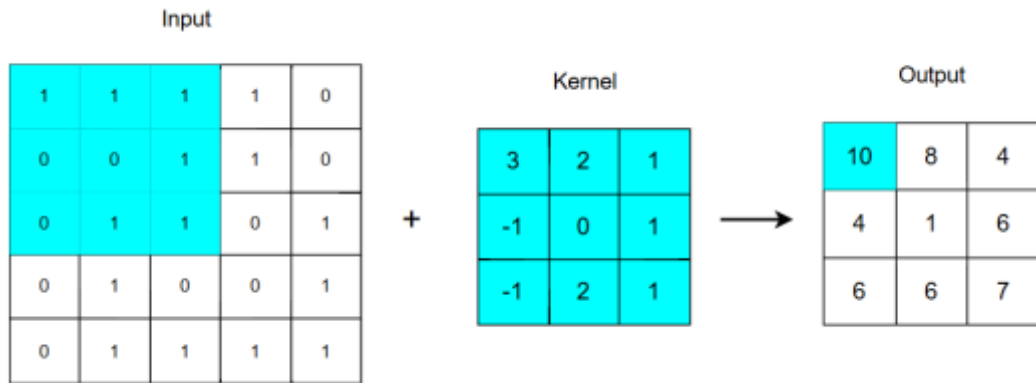


Hình 2 3 Quá trình flattening

b) Convolutional Layer

Lớp tích chập (Convolutional Layer): Là một layer vô cùng quan trọng trong mạng nơ-ron tích chập đóng vai trò chủ đạo. Convolutional layer được thiết kế vô cùng đặc biệt để xử lý dữ liệu dạng lưới ví dụ như là hình ảnh, thay vì kết nối từng nơ-ron đầu vào với từng nơ-ron đầu ra như fully connected layer thì convolutional layer sử dụng một bộ lọc(kernel) có kích thước nhỏ hơn nhiều so với ảnh đầu vào.

Phép tính convolution:



Hình 2 4 Thực hiện phép tính convolution trên ảnh xám

Nếu input (mxn) và kernel(3x3) thì output (m - 3 + 1, n - 3 + 1)

Padding: Ở trên sau khi thực hiện phép tính convolution thì kích thước ma trận Output nhỏ hơn Input. Tuy nhiên để thu được kích thước bằng nhau ta thêm giá trị 0 ở viền ngoài ma trận X. Mục đích giúp bảo toàn kích thước ảnh.

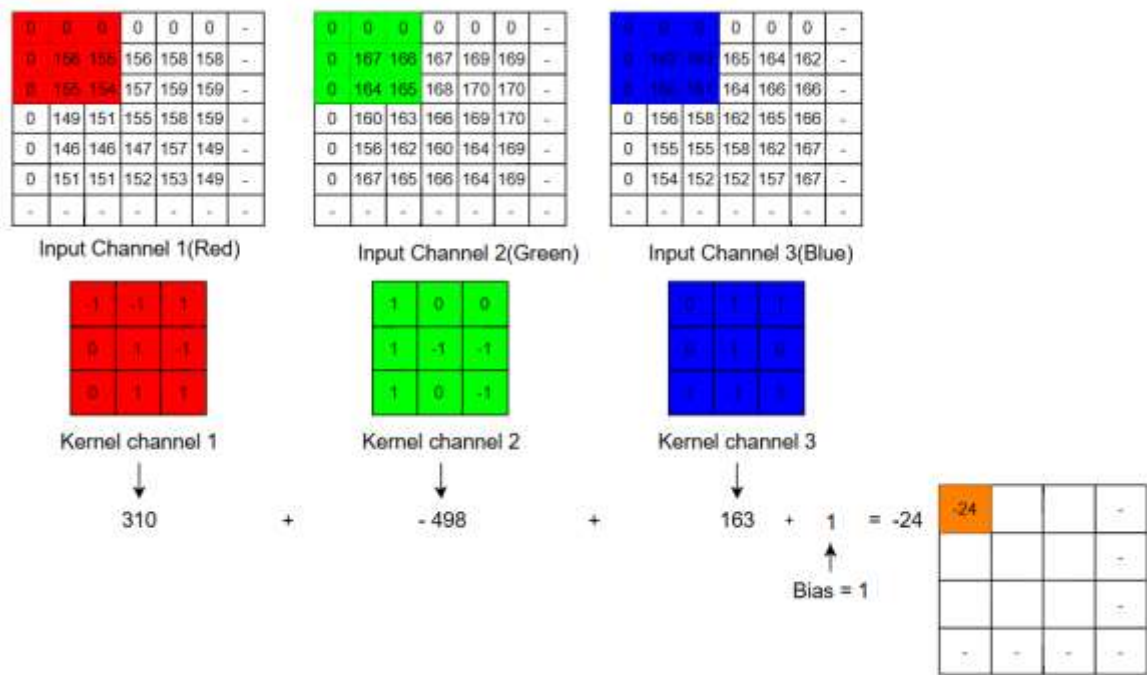
0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0

Hình 2 5 Ma trận Input khi thêm viền 0

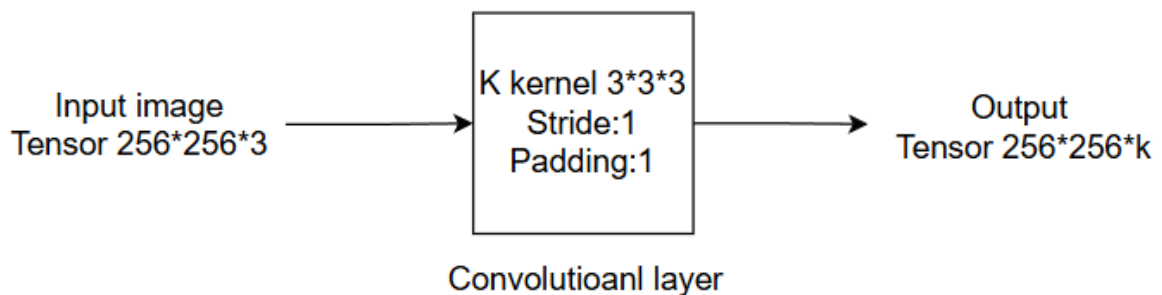
Stride: Bước nhảy của kernel khi trượt trên ảnh. Ví dụ stride = 1 thì kernel sẽ di chuyển từng ô một. Stride =1 giúp giữ nhiều thông tin, stride > 1 giảm kích thước, giảm số phép tính, nhanh hơn và tiết kiệm tài nguyên.

Mục đích của phép tính convolution trên ảnh là làm mờ, làm nét ảnh, xác định các đường; ... Mỗi kernel khác nhau thì phép tính convolution sẽ có ý nghĩa khác nhau.

Đối với ảnh màu: Ảnh màu có tới 3 channels red, green, blue nên khi biểu diễn ảnh dưới dạng tensor 3 chiều. Nên ta cũng sẽ định nghĩa kernel là 1 tensor 3 chiều kích thước k*k*3



Hình 2 6 Thực hiện phép tính convolution trên ảnh màu



Hình 2 7 Convolutional layer đầu tiên

Output của convolutional layer đầu tiên sẽ thành input của convolutional layer tiếp theo.

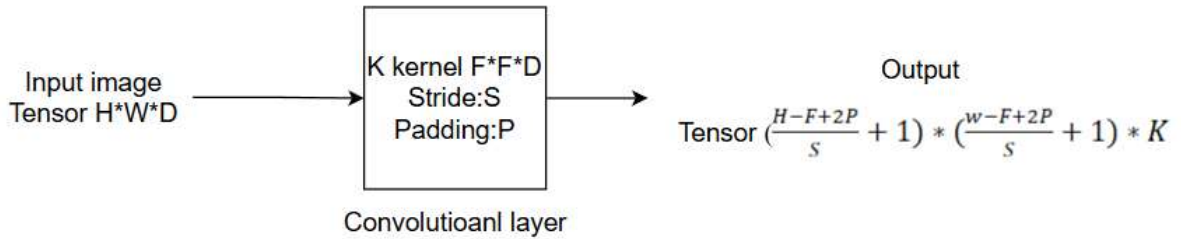
Convolutional layer tổng quát:

Giả sử input của 1 convolutional layer tổng quát là tensor kích thước $H*W*D$

Kernel có kích thước $F*F*D$ (kernel luôn có depth bằng depth của input và F là số lẻ),
stride: S , padding: P .

Convolutional layer áp dụng K kernel.

Suy ra output của layer là tensor 3 chiều có kích thước $(\frac{H-F+2P}{S} + 1) * (\frac{W-F+2P}{S} + 1) * K$



Hình 2 8 Convolutional layer tổng quát

Lưu ý:

- + Output của convolutional layer sẽ qua hàm non-linear activation function trước khi trở thành input của convolutional layer tiếp theo.
- + Tổng số parameter của layer: Mỗi kernel có kích thước $F*F*D$ và có hệ số bias nên tổng số parameter của 1 kernel là $F*F*D + 1$. Mà convolutional layer áp dụng K kernel, suy ra tổng số parameter trong layer này là $K *(F*F*D+1)$.

c) Pooling Layer

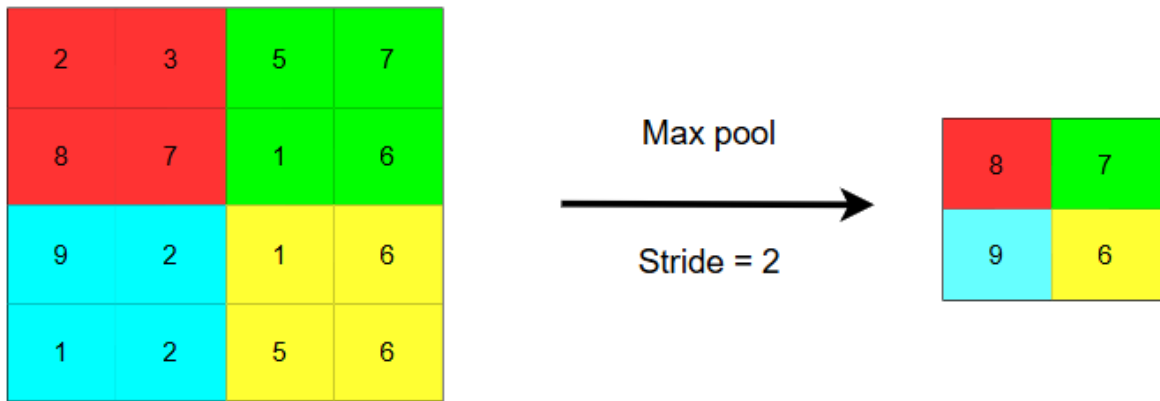
Lớp gộp được sử dụng để giảm kích thước không gian của dữ liệu đầu vào. Điều này giúp giảm số lượng tham số trong mạng và giảm tải tính toán. Lớp gộp cũng giúp làm cho mạng trở nên mạnh mẽ hơn đối với các thay đổi nhỏ trong dữ liệu đầu vào. Các loại gộp phổ biến nhất là gộp tối đa (max pooling) và gộp trung bình (average pooling).

Pooling layer thường được dùng giữa các convolutional layer, để giảm kích thước dữ liệu nhưng vẫn giữ được các thuộc tính quan trọng.

d) Max Pooling

Max Pooling chọn phần tử lớn nhất mà bộ lọc đi qua. Do đó output chứa các đặc điểm nổi bật nhất của input. Cũng có thể làm mất một số chi tiết quan trọng.

Lớp gộp tối đa giữ nguyên các tính năng quan trọng nhất (cạnh, kết cấu) và mang lại hiệu suất tốt.



Hình 2 9 Thực hiện phép tính maxpool

e) Average pooling

Average pooling tính toán giá trị trung bình trong vùng bộ lọc đi qua, trong khi đó max pooling đưa ra đặc điểm nổi bật nhất.

Phép gộp trung bình cung cấp một biểu diễn tổng quát hơn về đầu vào. Hữu ích trong trường hợp mà việc bảo toàn bối cảnh tổng thể là quang trọng.



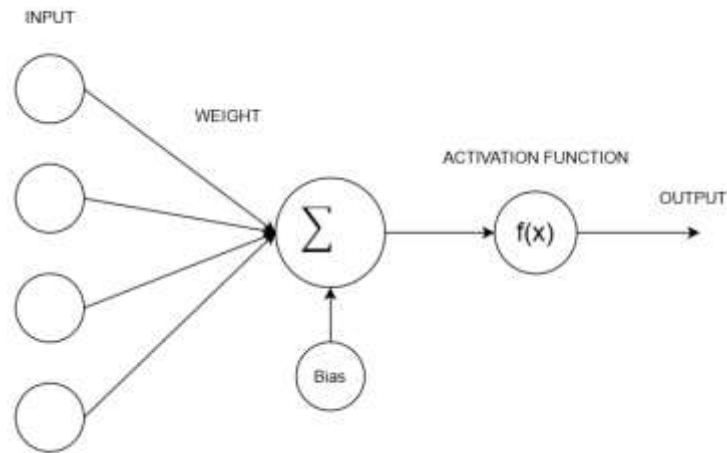
Hình 2 10 Thực hiện phép tính averagepool

Hầu hết khi sử dụng pooling layer thì sẽ dùng size (2,2), stride =2, padding=0. Khi đó output width và heigh của dữ liệu giảm đi một nửa, depth thì được giữ nguyên.

f) Activation functions

Hàm kích hoạt (Activation function): Là một thành phần vô cùng quan trọng trong mạng nơ-ron, giúp đem lại khả năng học hỏi tính chất phi tuyến cho mô hình để mô hình có thể học và biểu diễn các mối quan hệ phức tạp hơn. Sau khi các linear layer hay các lớp tuyến tính như Fully connected layer hoặc convolutional layer tính toán các giá trị

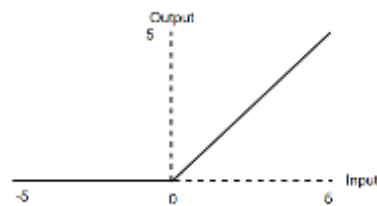
tổng có trọng số thì activation function sẽ áp dụng hàm kích hoạt phi tuyến sau đầu ra đó. Một số hàm kích hoạt phổ biến sigmoid, tanh, softmax, Relu. Với sự phát triển của deep learning hàm sigmoid và tanh rất ít được sử dụng, được sử dụng phổ biến hơn là hàm Relu và softmax.



Hình 2 11 Hàm kích hoạt

g) Hàm kích hoạt ReLU (Rectified Linear Unit)

Hàm kích hoạt ReLU là một thành phần quan trọng trong mạng nơ-ron học sâu, giúp mạng mô hình hóa các mối quan hệ phi tuyến phức tạp giữa đầu vào và đầu ra. Với ưu điểm tính toán đơn giản, giảm thiểu hiện tượng mất gradient và tăng hiệu suất học, ReLU được sử dụng phổ biến trong nhiều kiến trúc hiện đại như ResNet, đặc biệt là trong bài toán phân loại bệnh trên lá cà chua.



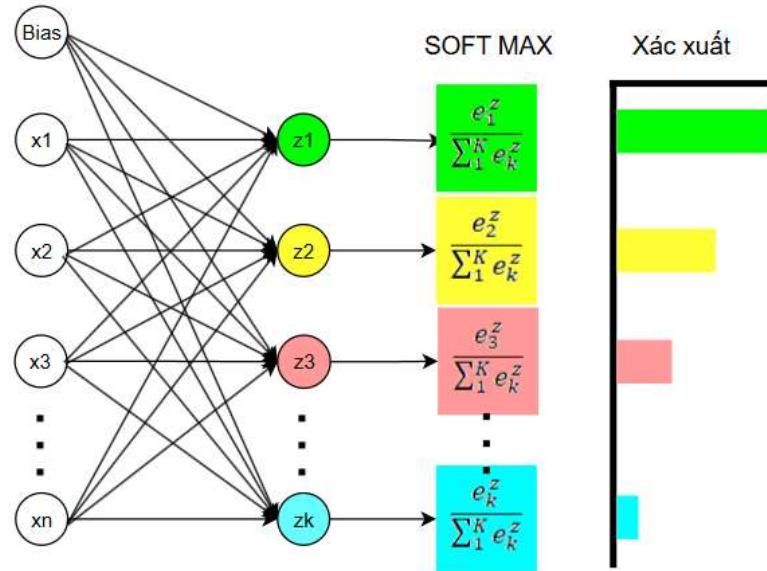
Hình 2 12 ReLu activation

Công thức hàm ReLU:

$$ReLU(x) = \begin{cases} 0, & \text{nếu } x < 0 \\ x, & \text{nếu } x \geq 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

h) Hàm kích hoạt Softmax

Đây là một hàm activation thường được sử dụng ở layer cuối cùng của bài classification. Ở đó đầu ra sẽ là xác suất dự đoán rơi vào các class.



Hình 2 13 Softmax Activation

Công thức hàm Softmax:

$$Softmax(z_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^k e^{z_j}} \quad (2.2)$$

Trong đó:

z_i : là đầu ra (logit) chưa chuẩn hóa của lớp thứ i .

e^{z_i} : chuyển logit thành số dương.

$$\sum_{j=1}^k e^{z_j} : \text{đảm bảo tổng xác suất} = 1$$

i) Normalization Layer

Trong kiến trúc mạng nơ-ron sâu, đặc biệt là các mạng nơ-ron tích chập (CNN), lớp chuẩn hóa (Normalization Layer) đóng một vai trò cực kỳ quan trọng. Nhiệm vụ chính của lớp này là chuẩn hóa các giá trị đầu vào của một lớp, đảm bảo chúng nằm trong một phạm vi nhất định. Điều này không chỉ giúp ổn định quá trình huấn luyện mà còn tăng

tốc độ hội tụ của mô hình, giải quyết một số vấn đề phổ biến như sự thay đổi phân phối covariate (internal covariate shift) giữa các lớp.

Việc chuẩn hóa giúp các gradient trở nên ổn định hơn, cho phép sử dụng tốc độ học (learning rate) cao hơn, từ đó rút ngắn thời gian huấn luyện mà vẫn đạt được hiệu suất tốt.

2.1.3. Hàm mất mát (loss function)

Có một số hàm mất mát được sử dụng trong bài toán phân loại như Cross-Entropy Loss, Binary Cross-Entropy, Categorical Cross-Entropy hoặc Sparse Categorical Cross-Entropy. Số lượng ảnh ở mỗi bệnh bằng nhau nên sử dụng Cross-Entropy Loss, vì CrossEntropyLoss tính trung bình mất mát (loss) trên tất cả các mẫu. Nếu dữ liệu mất cân bằng thì mô hình sẽ thiên về dự đoán bên nhiều hơn.

Cross Entropy Loss đo lường mức độ kém phù hợp giữa phân phối xác suất mô hình dự đoán và nhãn thực tế. Khi giá trị loss của Cross Entropy Loss nhỏ thì mô hình dự đoán gần đúng với nhãn thực tế và ngược lại.

Công thức tính toán của hàm Cross-Entropy Loss:

$$Loss = - \sum_{i=1}^c y_i \cdot \log(p_i) \quad (2.3)$$

Trong đó:

- C : số lượng lớp.
- y_i : giá trị thực tế của lớp thứ i (thường là one-hot hoặc chỉ số lớp).
- p_i : xác suất mô hình dự đoán cho lớp thứ i (thường là output của Softmax).

2.1.4. Thuật toán tối ưu Optimization Function (Adam)

Thuật toán tối ưu là cơ sở để xây dựng neural network với mục đích để giảm thiểu giá trị của hàm mất mát. Dựa trên giá trị loss và gradient của nó đối với các tham số như trọng số và bias của mô hình. Thuật toán tối ưu sẽ điều chỉnh các tham số này một cách có hệ thống để đưa ra tham số tốt nhất, điều làm này cho giảm giá trị loss của hàm mất mát.

Adam (Adaptive Moment Estimation) là phương pháp tối ưu hóa ngẫu nhiên hiệu quả chỉ yêu cầu gradient bậc nhất với bộ nhớ thấp.

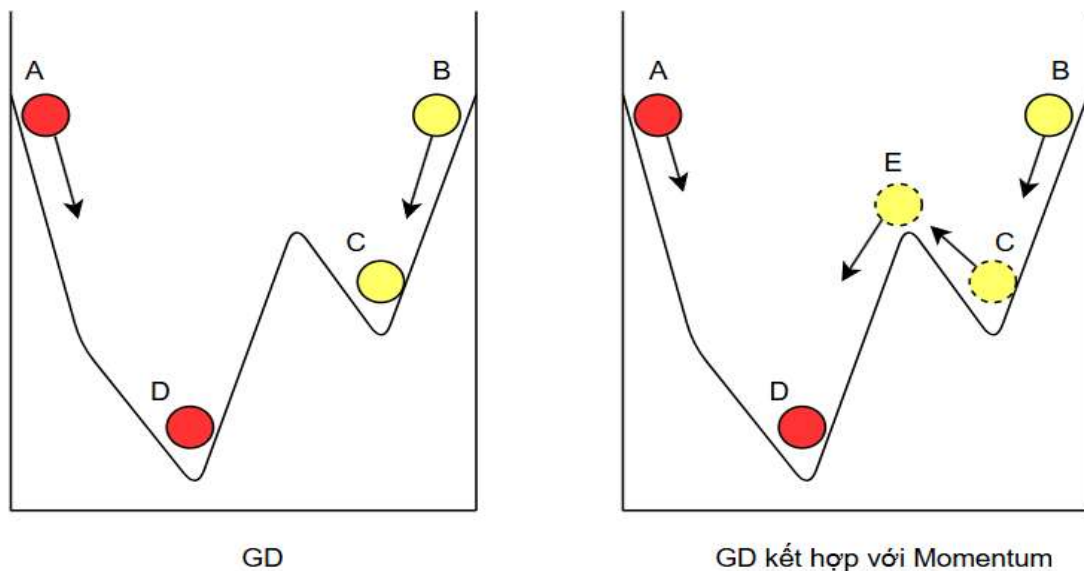
Gradient Descent (giảm dần tốc độ) là cơ sở để phát triển thuật toán Adam. Gradient Descent được biểu diễn như sau:

$$\theta = \theta - \alpha * g(t) \quad (2.4)$$

Trong đó:

α : *learning rate* (tốc độ học)

Gradient Descent phụ thuộc vào hai yếu tố: Việc chọn điểm x ban đầu khác nhau sẽ ảnh hưởng đến quá trình hội tụ. Tốc độ học (α) quá lớn hoặc quá nhỏ cũng gây ảnh hưởng, nếu tốc độ quá nhỏ thì thời gian hội tụ rất chậm ảnh hưởng tới quá trình training còn với tốc độ quá lớn thì tiến nhanh tới đích nhưng thuật toán không hội tụ do bước nhảy quá lớn.



Hình 2.14 Sự khác nhau giữa GD và GD kết hợp với Momentum

Như hình b trên, nếu ta thả 2 viên bi tại 2 điểm khác nhau A và B thì viên bi A sẽ trượt xuống điểm D còn viên bi B sẽ trượt xuống điểm C, nhưng ta lại không mong muốn viên bi B sẽ dừng ở điểm C (local minimum) mà sẽ tiếp tục lăn tới điểm D (global minimum). Để thực hiện được điều đó ta phải cấp cho viên bi B 1 vận tốc ban đầu đủ lớn để nó có thể vượt qua điểm E tới điểm D. Dựa vào ý tưởng này người ta xây dựng nên thuật toán Momentum được biểu diễn như sau:

$$v_t = \gamma * v_{t-1} + \eta * g(t) \quad (2.5)$$

$$\theta = \theta - v_t \quad (2.6)$$

Tuy Momentum giúp tham số tiến tới điểm global minimum nhưng tốn khá nhiều thời gian vì bước nhảy lớn.

Nếu dùng gradient descent cơ bản, tất cả các tham số đều được cập nhật với cùng một tỷ lệ học (learning rate). Điều này hoàn toàn không tối ưu vì một số gradient lớn cần bước nhỏ để ổn định còn gradient nhỏ cần bước lớn để tăng tốc quá trình training. Vì vậy điều chỉnh tỷ lệ học (learning rate) cho từng tham số là cần thiết.

RMSProp (Root Mean Square Root) là phương pháp điều chỉnh tỷ lệ học (learning rate) sử dụng trung bình bình phương của gradient để chuẩn hóa gradient được biểu diễn như sau:

$$E[g^2]_t = B_2 * E[g^2]_{t-1} + (1 - B_2) * g^2(t) \quad (2.7)$$

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \frac{\alpha}{\sqrt{E[g^2]_t + \epsilon}} g(t) \quad (2.8)$$

Thuật toán Adam là sự kết hợp giữa hai phương pháp Momentum và RMSProp, được biểu diễn như sau:

$$m_t = B_1 m_{t-1} + (1 - B_1) g(t) \quad (2.9)$$

$$v_t = B_2 v_{t-1} + (1 - B_2) g^2(t) \quad (2.10)$$

$$\widehat{m}_t = \frac{m_t}{1 - B_1^t} \quad (2.11)$$

$$\widehat{v}_t = \frac{v_t}{1 - B_2^t} \quad (2.12)$$

$$\theta = \theta - \frac{\alpha * \widehat{m}_t}{\sqrt{\widehat{v}_t + \epsilon}} \quad (2.13)$$

Trong đó:

- m_t : momentum
- v_t : RMS
- $\widehat{m}_t, \widehat{v}_t$ = Hiệu chỉnh sai lệch ban đầu (bias correction)

2.1.5. Hàm đánh giá độ chính xác của mô hình (Evaluation function)

Các Evaluation function không tham gia trực tiếp vào quá trình huấn luyện mô hình chỉ được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình

Accuracy là một evaluation function được sử dụng phổ biến. Nếu ta đưa vào mô hình 10000 bức ảnh. Sau khi chạy xong mô hình thì chỉ có 7000 bức ảnh được nhận diện đúng và 3000 bức nhận diện sai thì ta có giá trị Accuracy như sau:

$$Accuracy = \frac{7000}{10000} = 0.7 \quad (2.14)$$

Một cách tổng quát:

$$Accuracy = \frac{n}{N} \quad (2.15)$$

Trong đó:

- n: Số sample dự đoán đúng
- N: Tổng số sample đưa vào dự đoán

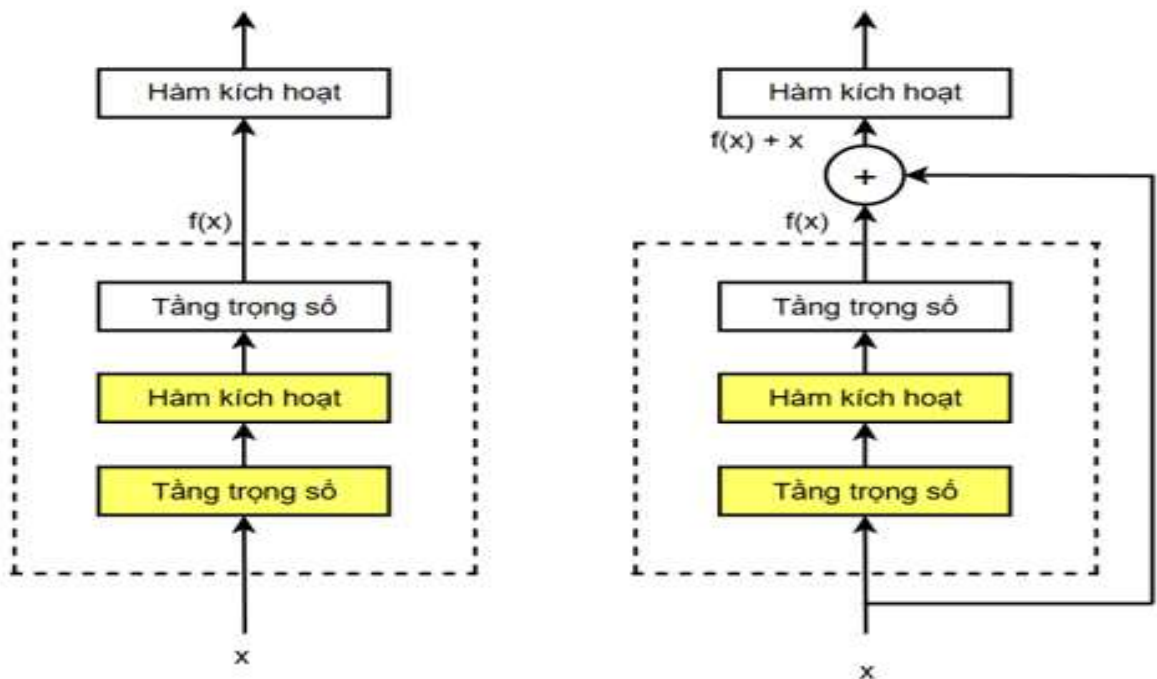
Như vậy ta có thể hiểu rằng model có accuracy càng cao thì càng tốt.

2.1.6. ResNet (Residual Network)

ResNet được giới thiệu đến công chúng vào năm 2015 và từng giành được vị trí thứ nhất trong cuộc thi ILSVRC 2015 với tỉ lệ lỗi 3.57%.

Là một mạng CNN được thiết kế để giải quyết vấn đề mất mát thông tin và suy giảm hiệu suất khi mạng nơ-ron có nhiều lớp.

Kiến trúc mạng ResNet:



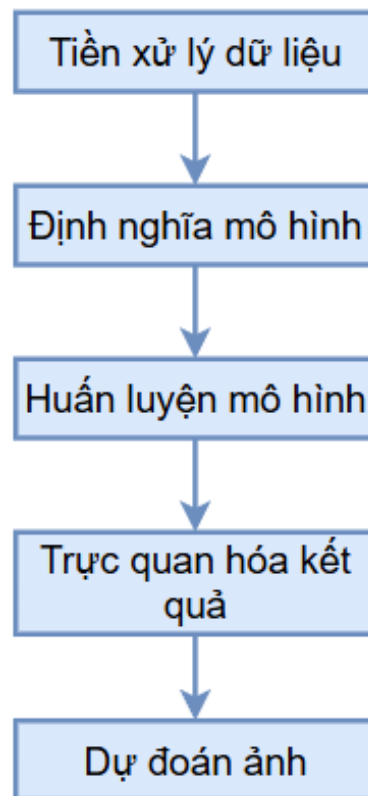
Hình 2 15 Sự khác nhau giữa kiến trúc mạng thông thường và kiến trúc mạng ResNet

ResNet cũng tương tự như các mạng convolutional neural network khác gồm có convolution, pooling, activation và fully connected layer. ResNet có khả năng bổ sung Input x vào đầu ra layer hay còn gọi là skip connections.

Skip connections có thể hiểu như sau: Khi dữ liệu đi qua nhiều lớp, mỗi lớp sẽ xử lý dữ liệu có thể làm rõ hơn, chính xác hơn hoặc có thể làm sai lệch thông tin rồi truyền qua lớp tiếp theo. Khi đi qua quá nhiều lớp dữ liệu ban đầu có thể bị mất mát, vì vậy ResNet sử dụng skip connection cho phép thông tin ban đầu nhảy qua nhiều lớp trung gian và được cộng vào đầu ra của lớp sau đó giúp giải quyết vấn đề ở trên

2.2. Triển khai mô hình thực tế

2.2.1. Quy trình xử lý ảnh



Hình 2 16 Quy trình xử lý ảnh

- + Tiền xử lý dữ liệu: Đây là bước quan trọng trong mọi quy trình học máy. Dữ liệu thường không phù hợp để đưa trực tiếp vào mô hình.
- + Định nghĩa mô hình: Kiến trúc của mô hình học máy sẽ được xác định. Lựa chọn mô hình như ResNet, VGG, MoblieNet). Xây dựng các lớp (lớp tích chập, lớp

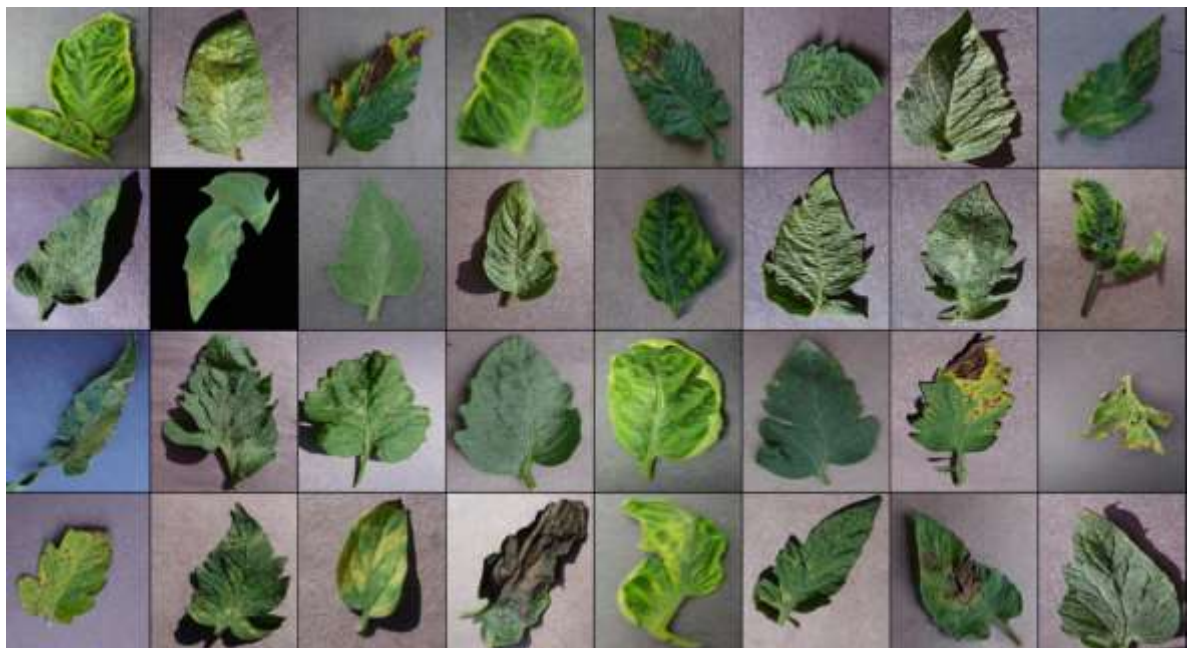
pooling, fully connected, hàm kích học...). Định nghĩa số lượng bộ lọc, kích thước kernel.

- + Huấn luyện mô hình: Sau khi định nghĩa mô hình và tiền xử lý ảnh, mô hình huấn luyện bằng cách sử dụng tập dữ liệu đã chuẩn bị. Mô hình sẽ điều chỉnh các trọng số của nó để tối thiểu hàm mất mát nhờ thuật toán tối ưu.
- + Trực quan kết quả: Sau hoặc trong quá trình huấn luyện, việc trực quan hóa kết quả rất quan trọng để đánh giá hiệu suất của mô hình và hiểu rõ hơn về cách nó hoạt động. Dựa vào biểu đồ hàm đánh giá và hàm mất mát.
- + Dự đoán ảnh: Đây là bước cuối cùng khi mô hình đã được huấn luyện và đánh giá. Mô hình sẽ được sử dụng để đưa ra dự đoán trên dữ liệu ảnh mới, chưa từng thấy trước đây.

2.2.2. Triển khai mô hình

2.2.2.1 Tập dữ liệu và tiền xử lý dữ liệu

Tập dữ liệu gồm 10.000 ảnh lá cà chua bao gồm lá bị bệnh và lá khỏe mạnh.



Hình 2 17 Hình ảnh các lá cà chua bị bệnh và khỏe mạnh

Trước khi đưa vào mô hình, các ảnh cần được xử lý để chuẩn hóa và giúp mô hình học tốt hơn. Như trình bày ở chương cơ sở lý thuyết các thuật toán Machine Learning (ML), Deep Learning (DL) chỉ xử lý được dữ liệu dạng số thực nên các dữ liệu đưa vào mô hình thường được chuyển về dạng số thực. Ảnh lá cà chua (ảnh màu) sẽ được biểu diễn dưới dạng 1 tensor 3 chiều ($256*256*3$).

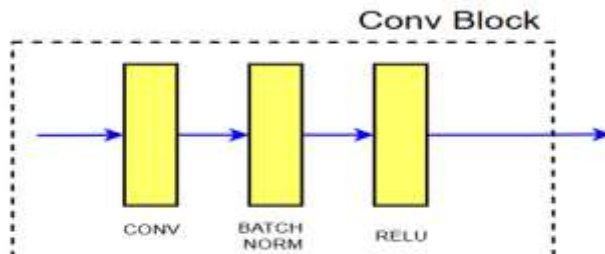
Ảnh sau khi được chuyển đổi sẽ được chia thành các batch nhỏ (batch size=32), phục vụ huấn luyện và đánh giá mô hình hiệu quả hơn.

2.2.2.2 Định nghĩa mô hình

Trong quá trình xây dựng hệ thống nhận dạng bệnh lá cà chua, việc lựa chọn kiến trúc mạng nơ-ron phù hợp là yếu tố then chốt ảnh hưởng đến độ chính xác, khả năng hội tụ và tốc độ xử lý của mô hình. Sau khi tham khảo và thử nghiệm nhiều kiến trúc khác nhau, nhóm đã lựa chọn mô hình ResNet.

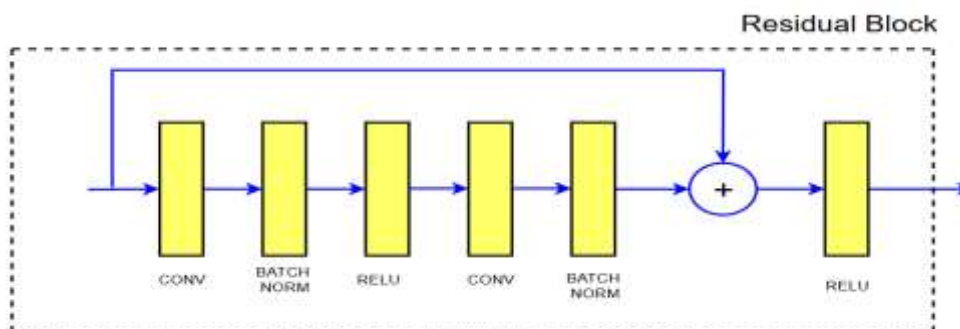
- + Giải quyết vấn đề mạng càng sâu càng tệ (Degradation Problem), ResNet (Residual Network) khắc phục vấn đề này bằng cách sử dụng kết nối tắt (skip connections), cho phép thông tin và gradient đi vòng qua một số lớp.
- + Mạng có khả năng học được đặc trưng phức tạp từ dữ liệu ảnh (đốm lá, sương mai, cháy lá, nhiễm virus...).
- + Kết nối residual giúp giảm overfitting và cải thiện hiệu năng trên ảnh thực tế, kể cả khi có nhiễu hoặc thiếu sáng.

Khối ConvBlock bao gồm lớp conv, batchnorm, relu, một số khối có thêm lớp maxpool.



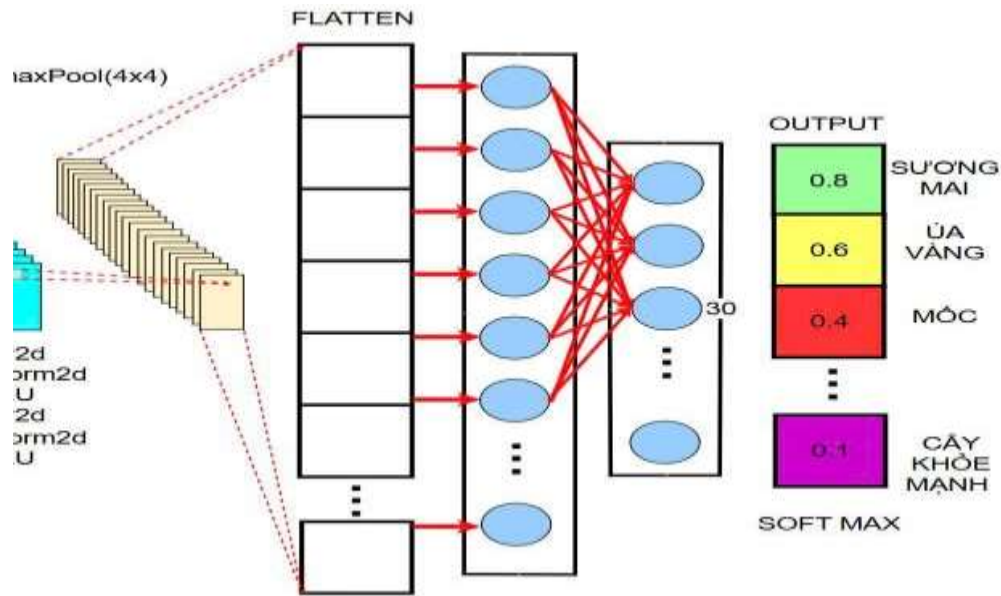
Hình 2 18 Khối Conv Block

Khối residual block bao gồm 2 khối ConvBlock và cộng thêm đầu vào ban đầu (skip connection).



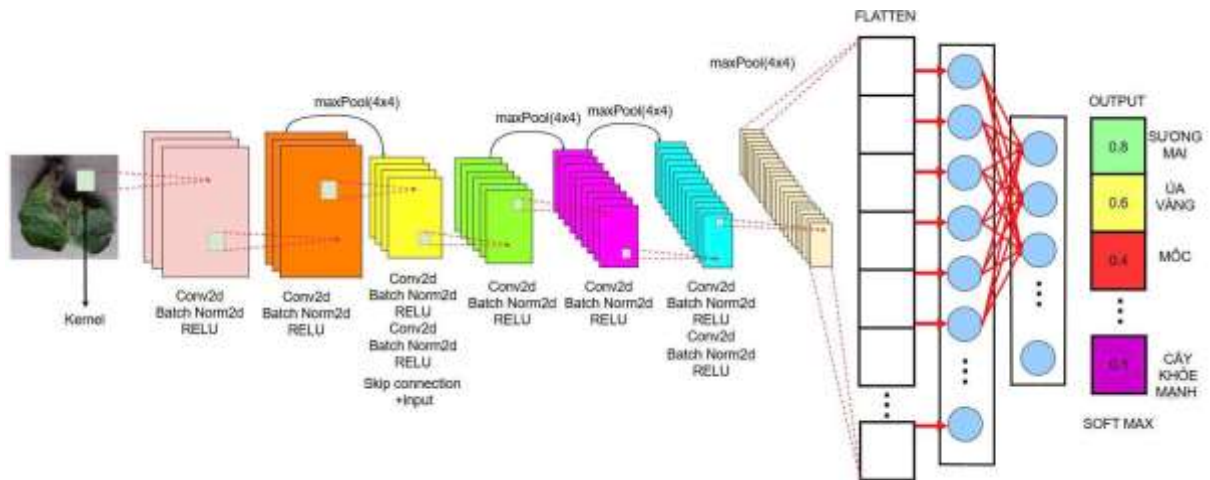
Hình 2 19 Khối Residual Block

Lớp phân loại bao gồm các lớp maxpool, flatten, fully connected và softmax



Hình 2 20 Lớp phân loại

Kiến trúc mô hình cuối cùng. Mô hình chúng em xây dựng trên mạng ResNet gồm có 4 khối convblock, 2 khối residualblock và lớp phân loại.



Hình 2 21 Hình kiến trúc toàn bộ hệ thống

Cấu trúc của mô hình:

- + conv1: ConvBlock với 64 kênh đầu ra. Kích thước kernel được sử dụng 3×3 cho tất cả lớp tích chập.
- + conv2: ConvBlock với 128 kênh đầu ra và MaxPool2d (giảm kích thước).
- + res1: Hai ConvBlock nối tiếp nhau, tạo thành một Residual Block (đầu ra của res1 được cộng với đầu vào của nó trong forward).
- + conv3: ConvBlock với 256 kênh đầu ra và MaxPool2d.

- + conv4: ConvBlock với 512 kênh đầu ra và MaxPool2d.
- + res2: Tương tự như res1, là một Residual Block.
- + classifier: Lớp phân loại cuối cùng. Bao gồm:
 - nn. MaxPool2d (4): Giảm kích thước bản đồ đặc trưng cuối cùng.
 - nn. Flatten (): Duỗi phẳng tensor thành một vector 1D.
 - nn. Linear (512, num_diseases): Lớp tuyến tính (fully connected) để tạo ra dự đoán cho mỗi lớp.

2.2.3. Huấn luyện mô hình

2.2.3.1 Mục tiêu

Mục tiêu của quá trình huấn luyện là tìm ra tập trọng số tối ưu cho mô hình mạng nơ-ron ResNet sao cho mô hình có thể phân loại chính xác ảnh lá cà chua theo loại bệnh hoặc khỏe mạnh. Việc này được thực hiện thông qua quá trình học từ dữ liệu huấn luyện và điều chỉnh dần trọng số của mạng bằng cách tối thiểu hóa hàm mất mát (loss function).

2.2.3.2 Quá trình huấn luyện

- + Tính toán hàm mất mát (loss) giữa đầu ra dự đoán của mô hình và nhãn thực tế.
- + Lan truyền ngược (backpropagation) để tính gradient của hàm mất mát theo các trọng số của mình.
- + Cập nhật trọng số bằng thuật toán tối ưu Adam
- + Lặp lại quá trình này trong nhiều vòng (epoch), mỗi epoch là một lần duyệt toàn bộ dữ liệu huấn luyện.

2.2.3.3 Regularization và Gradient Clipping

Gradient Clipping giải quyết một trong những vấn đề lớn nhất mà chúng ta gặp phải khi tính toán gradient trong quá trình truyền ngược cho mạng nơ-ron. Giúp tránh hiện tượng gradient quá lớn (exploding gradient) gây mất ổn định mô hình

Regularization là một kỹ thuật giúp giảm hiện tượng quá khớp (overfitting) bằng cách phạt các trọng số lớn.

2.2.3.4 Hàm điều chỉnh tốc độ học OneCycleLR

Mặc dù Adam là một thuật toán tối ưu rất mạnh, có khả năng tự điều chỉnh learning rate cho từng trọng số, nhưng việc kiểm soát learning rate tổng thể vẫn đóng vai trò then chốt trong hiệu quả huấn luyện của mạng nơ-ron sâu. Vì vậy, OneCycleLR không mâu thuẫn mà thực ra là bổ sung và tăng cường sức mạnh cho Adam.

Lợi ích của OneCycleLR:

- + Giúp mô hình thoát khỏi cực tiểu cục bộ (local minima).
- + Học tốt hơn và hội tụ nhanh hơn.
- + Giảm nguy cơ overfitting ở giai đoạn cuối huấn luyện.

2.2.3.5 Đánh giá mô hình

Sau mỗi epoch, mô hình được đánh giá trên tập kiểm thử (validation set) bằng cách tính:

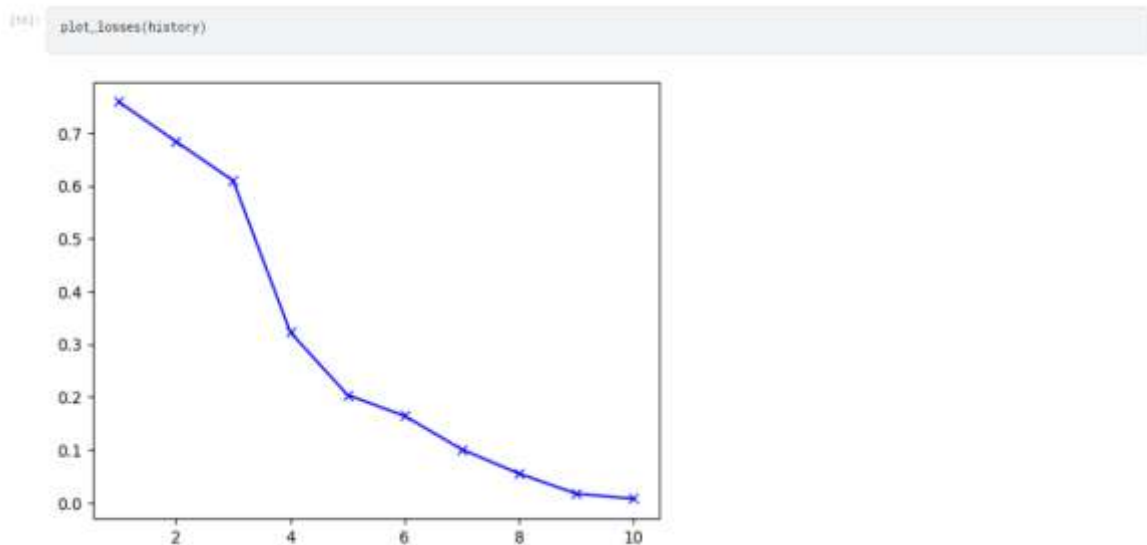
- + Độ chính xác (Accuracy): phần trăm ảnh được phân loại đúng.
- + Hàm mất mát (Validation Loss): cho biết mô hình còn sai lệch bao nhiêu.

Những thông số này được ghi lại theo từng epoch để theo dõi quá trình huấn luyện và điều chỉnh siêu tham số nếu cần.

2.2.4. Kết quả huấn luyện mô hình

2.2.4.1 Kết quả hàm mất mát

Biểu đồ minh họa giá trị hàm mất mát (trục tung) qua từng chu kỳ huấn luyện.



Hình 2 22 Biểu đồ hàm mất mát

Nhận xét:

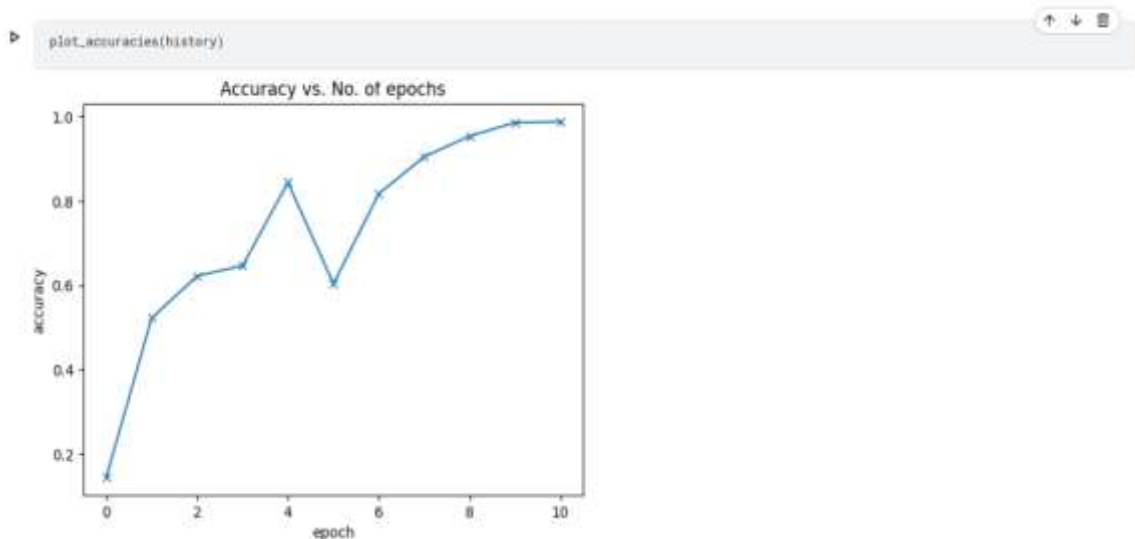
Biểu đồ này minh họa rõ ràng xu hướng giảm dần của hàm mất mát qua mỗi chu kỳ huấn luyện, cho thấy quá trình huấn luyện đang diễn ra hiệu quả. Đặc biệt, chúng ta có thể quan sát thấy một sự giảm mất mát rất nhanh và rõ rệt trong giai đoạn đầu tiên, từ bước 1 đến khoảng bước 4. Điều này chứng tỏ rằng thuật toán tối ưu đang hoạt động

rất tốt, nhanh chóng tìm thấy hướng để giảm thiểu lỗi của mô hình. Trong giai đoạn này, mô hình đang học hỏi và điều chỉnh trọng số một cách mạnh mẽ để nắm bắt các mối quan hệ cơ bản trong dữ liệu.

Khi quá trình huấn luyện tiếp tục và đường cong mất mát dần trở nên phẳng hơn, đặc biệt từ khoảng bước 5 trở đi, tốc độ giảm mất mát chậm lại đáng kể. Hiện tượng này là hoàn toàn bình thường và là dấu hiệu cho thấy mô hình đang tiếp cận gần các điểm cực tiểu của hàm mất mát. Tại các điểm này, mô hình đã học được phần lớn các mẫu và đặc trưng quan trọng trong dữ liệu huấn luyện. Do đó, các gradient (đạo hàm của hàm mất mát theo trọng số) tại các điểm này sẽ có giá trị nhỏ hơn. Khi gradient nhỏ, bước cập nhật trọng số của mô hình cũng sẽ nhỏ hơn, dẫn đến việc tốc độ giảm mất mát chậm lại.

2.2.4.2 Kết quả hàm đánh giá

Biểu đồ cho thấy giá trị độ chính xác qua mỗi chu kỳ.



Hình 2 23 Biểu đồ hàm đánh giá

Nhận xét:

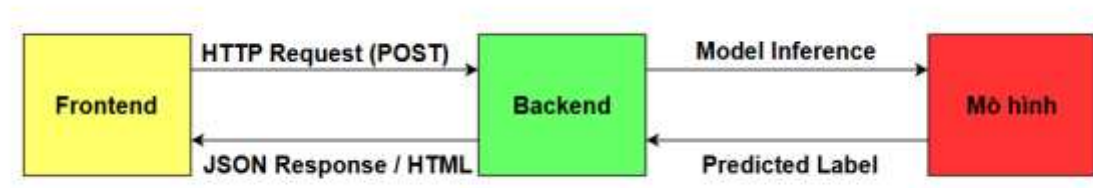
Tại chu kỳ huấn luyện đầu tiên (epoch 0 hoặc 1), giá trị độ chính xác khởi đầu ở mức rất thấp, xấp xỉ 0.13. Đây là một hiện tượng hoàn toàn bình thường và được mong đợi khi bắt đầu huấn luyện một mô hình học sâu. Tại thời điểm này, các trọng số (weights) của mô hình thường được khởi tạo một cách ngẫu nhiên. Do đó, mô hình chưa có bất kỳ kiến thức nào về các mẫu dữ liệu hay mối quan hệ giữa các đặc trưng và nhãn. Các dự đoán của nó ở giai đoạn này gần như là ngẫu nhiên, dẫn đến độ chính xác ban đầu thấp.

Giá trị độ chính xác có xu hướng tăng dần qua mỗi chu kỳ huấn luyện. Sự tăng dần của độ chính xác là một dấu hiệu mạnh mẽ cho thấy mô hình đang học hỏi một cách hiệu quả từ dữ liệu huấn luyện. Các thuật toán tối ưu đang điều chỉnh các trọng số của mô hình một cách chính xác, cho phép mô hình dần dần nhận diện và phân loại đúng các mẫu dữ liệu.

Chương 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHẬN DIỆN HÌNH ẢNH

3.1 Kiến trúc tổng quát của hệ thống

Hệ thống được xây dựng với kiến trúc client-server, bao gồm Frontend, Backend và Mô hình học sâu.



Hình 3 1 Quy trình xử lý dữ liệu

Khi người dùng tải hoặc chụp một hình ảnh lá cà chua, frontend sẽ gửi một HTTP request chứa dữ liệu hình ảnh đến một endpoint cụ thể trên backend.

Backend nhận được hình ảnh từ Frontend, nó sẽ tiền xử lý ảnh đó và tạo ra một tensor dữ liệu. Tensor này sau đó được đưa vào input mô hình học sâu để thực hiện dự đoán.

Sau khi thực hiện dự đoán trên dữ liệu đầu vào, mô hình học sâu sẽ tính toán và trả về kết quả sự đoán cho backend

Sau khi có được kết quả dự đoán, backend sẽ gửi một HTTP response trở lại Frontend

3.2 Thiết kế giao diện

3.2.1. Chức năng

Frontend đóng vai trò là giao diện người dùng (User Interface - UI). Đây là phần mà người dùng trực tiếp nhìn thấy, thao tác và tương tác. Toàn bộ trải nghiệm của người dùng, từ việc điều hướng, nhập liệu cho đến hiển thị kết quả, đều được quản lý và trình bày bởi Frontend. Một số chức năng chính:

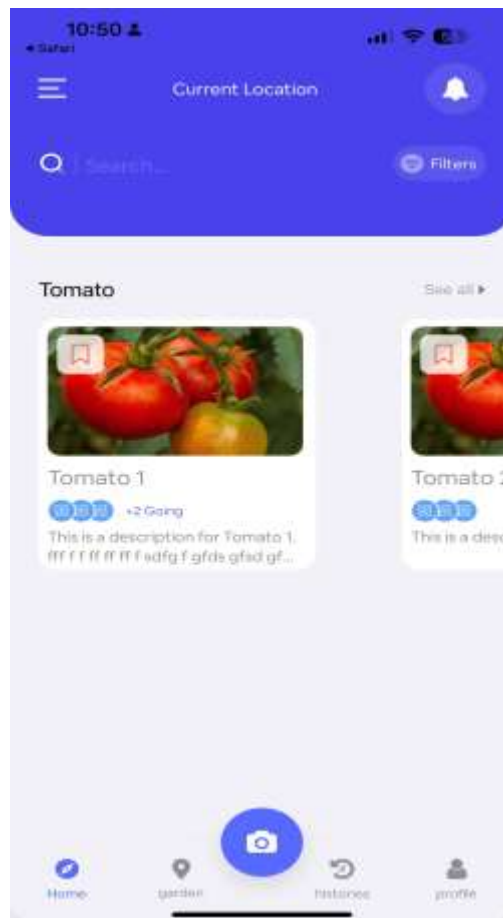
- + Đăng nhập và Quản lý tài khoản: Đảm bảo mỗi người dùng có một không gian riêng tư để lưu trữ lịch sử và cài đặt.
- + Quét và tải ảnh từ thiết bị: Cho phép người dùng dễ dàng sử dụng camera của thiết bị để chụp ảnh trực tiếp lá cà chua cần chẩn đoán. Ngoài ra người dùng cũng có thể tải ảnh có sẵn từ thư viện điện thoại.

- + Xử lý ảnh và cho ra kết quả: Sau khi Backend xử lý hình ảnh và đưa ra kết quả, Frontend sẽ là nơi nhận và hiển thị những thông tin một cách rõ ràng và dễ hiểu bao gồm tên bệnh, mức độ nghiêm trọng, và các khuyến nghị xử lý.
- + Lưu lịch sử xử lý: Để nâng cao trải nghiệm người dùng, Frontend sẽ hiển thị và quản lý lịch sử các lần chẩn đoán trước đó. Người dùng có thể dễ dàng xem lại các ảnh đã tải lên, kết quả chẩn đoán và thời gian xử lý, giúp họ theo dõi tình trạng cây trồng theo thời gian và đưa ra quyết định tốt hơn.

3.2.2. Công nghệ sử dụng

- + React native dùng để phát triển ứng dụng, React Native đã nhanh chóng trở thành một công cụ mạnh mẽ, giúp lập trình viên tạo ra những ứng dụng chất lượng cao trên cả hai nền tảng IOS và Android. Được phát triển bởi Facebook, React Native cho phép sử dụng JavaScript để xây dựng các ứng dụng di động.
- + Expo dùng để hỗ trợ build và quản lý assets.
- + React Query: quản lý cache và truy vấn dữ liệu hiệu quả.

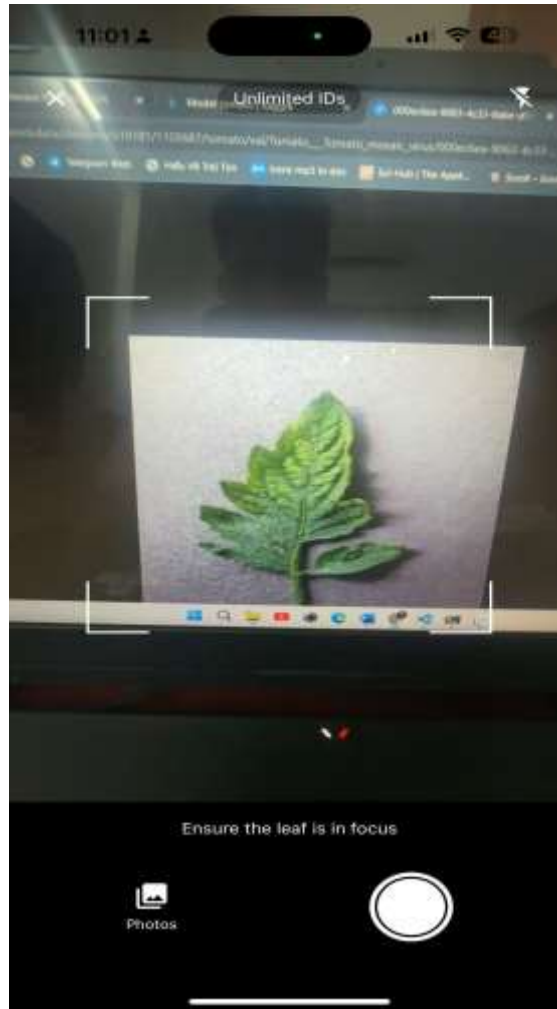
3.2.3. Thiết kế giao diện trang chủ



Hình 3 2 Giao diện trang chủ

Trang chủ của ứng dụng được thiết kế với giao diện thân thiện, trực quan và hiện đại, nhằm mang đến trải nghiệm sử dụng dễ dàng cho người dùng, đặc biệt là trong lĩnh vực nông nghiệp thông minh. Tại đây, người dùng có thể truy cập nhanh các chức năng chính phục vụ cho việc chẩn đoán và quản lý bệnh trên cây trồng, cụ thể là cà chua.

3.2.4. Thiết kế giao diện chức năng quét và up ảnh



Hình 3 3 Giao diện trang quét và tải ảnh

Trang giao diện chụp và tải ảnh là một trong những chức năng cốt lõi của ứng dụng, cho phép người dùng chụp trực tiếp hình ảnh của lá cà chua để hệ thống tiến hành phân tích và nhận diện bệnh. Giao diện được thiết kế tối giản, rõ ràng và dễ sử dụng, phù hợp với cả người dùng không chuyên trong lĩnh vực công nghệ.

3.2.5. Thiết kế giao diện kết quả



Hình 3 4 Giao diện trang kết quả

Trang kết quả là nơi hiển thị thông tin đầu ra sau khi hệ thống đã phân tích ảnh lá cà chua mà người dùng gửi lên. Đây là bước cuối cùng và quan trọng trong chuỗi xử lý của ứng dụng, cung cấp thông tin chẩn đoán rõ ràng và các khuyến nghị điều trị chi tiết cho người trồng.

3.3 Xử lý Backend

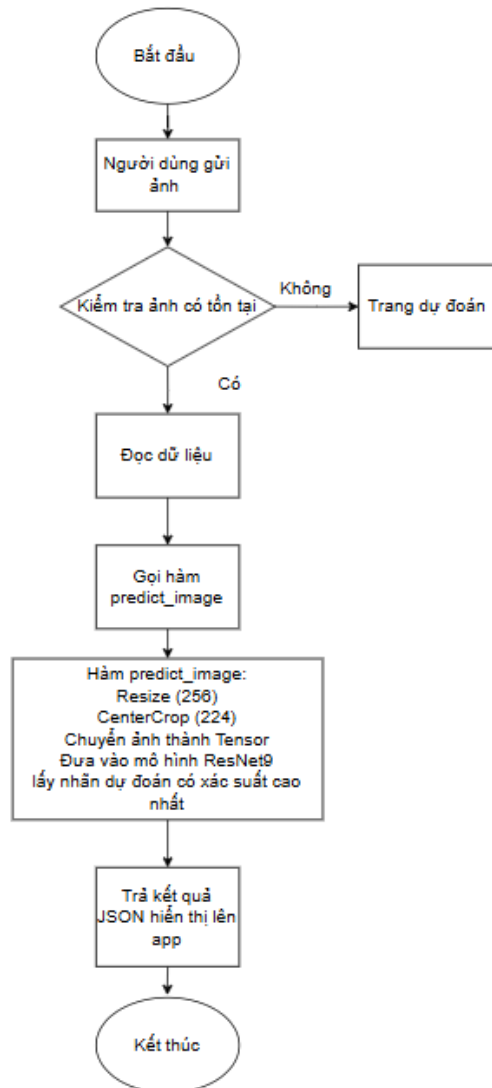
3.3.1. Chức năng

Sau khi tiếp nhận hình ảnh, Backend sẽ ngay lập tức tiến hành các bước tiền xử lý ảnh cần thiết. Giai đoạn này là vô cùng quan trọng để đảm bảo rằng dữ liệu đầu vào phù hợp với yêu cầu của mô hình học sâu. Các bước tiền xử lý có thể bao gồm: thay đổi kích thước ảnh (resizing) để chuẩn hóa về kích thước đầu vào của mô hình, chuyển đổi không gian màu, chuẩn hóa giá trị pixel, và có thể cả tăng cường dữ liệu (data augmentation) nếu cần cho việc suy luận. Mục tiêu cuối cùng của bước tiền xử lý là chuyển đổi hình ảnh thành một tensor dữ liệu – một cấu trúc dữ liệu đa chiều mà mô hình học sâu có thể hiểu và xử lý.

3.3.2. Công nghệ sử dụng

- + Python: Ngôn ngữ lập trình chính, python là ngôn ngữ lập trình được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng web, phát triển phần mềm, khoa học dữ liệu và học máy. Sử dụng python vì nó hiệu quả, dễ học và có thể chạy trên nhiều nền tảng khác nhau.
- + Flask: Framework web, linh hoạt cho việc xây dựng API, Flask là một micro web framework của python, được liên kết để xây dựng ứng dụng web linh hoạt và đơn giản.
- + Pytorch: Thư viện học sâu cho việc tải và thực thi mô hình
- + Pillow (PIL): Thư viện xử lý ảnh
- + Flask-CORS: đảm bảo giao tiếp liên mạch giữa backend và các ứng dụng frontend được đặt ở các miền khác nhau.

3.3.3. Lưu đồ thuật toán



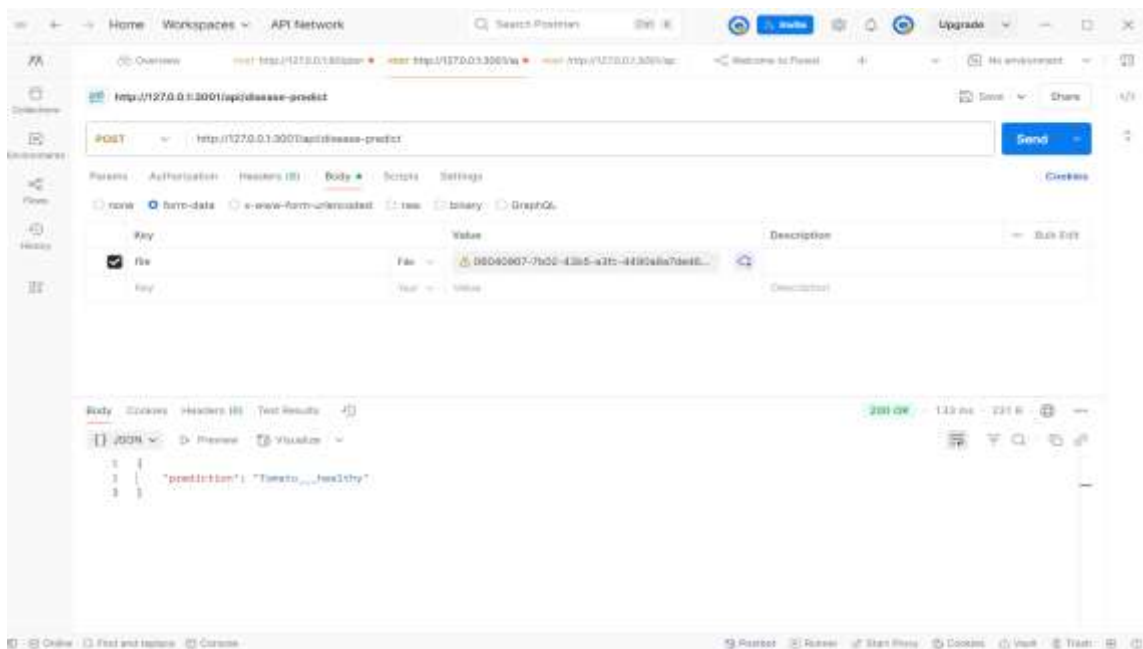
Hình 3 5 Lưu đồ thuật toán của backend

Lưu đồ trên mô tả quy trình hoạt động tổng quát của hệ thống nhận diện bệnh trên lá cà chua thông qua ảnh do người dùng cung cấp. Hệ thống sử dụng mô hình học sâu ResNet9 để phân loại ảnh và dự đoán loại bệnh cây.

Quá trình bắt đầu khi người dùng gửi ảnh lá cà chua thông qua giao diện ứng dụng. Hệ thống tiến hành kiểm tra sự tồn tại của ảnh được gửi. Nếu ảnh hợp lệ, dữ liệu sẽ được đọc và chuyển vào hàm `predict_image` để xử lý. Trong hàm này, ảnh được tiền xử lý bằng cách thay đổi kích thước, cắt vùng trung tâm, chuyển đổi thành tensor, và đưa vào mô hình học sâu ResNet9 đã được huấn luyện. Mô hình sẽ trả về kết quả dự đoán với xác suất cao nhất tương ứng với loại bệnh. Kết quả này sau đó được định dạng dưới dạng JSON và gửi lại để hiển thị trên ứng dụng người dùng.

3.3.4. Kết quả mô phỏng Backend

Kiểm tra backend bằng ứng dụng Postman



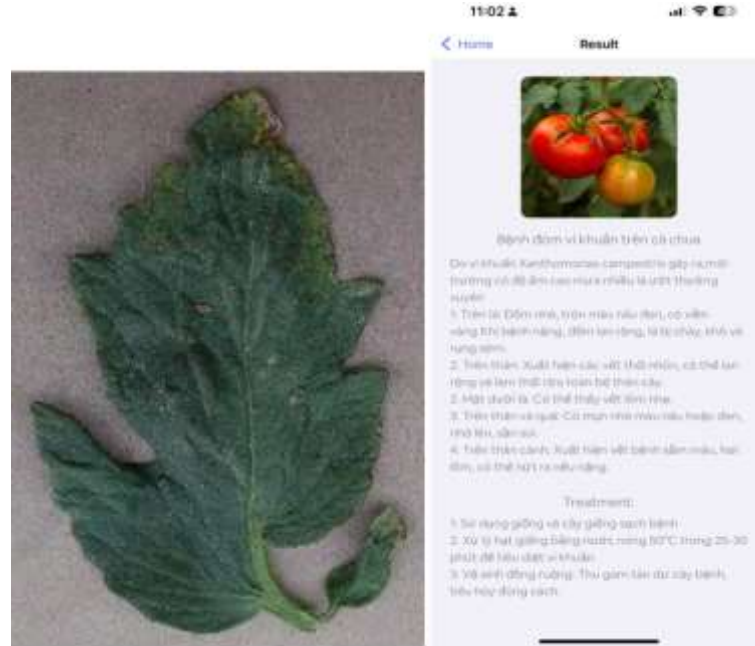
Hình 3.6 Kết quả Backend

Thời gian phản hồi 133ms, chứng tỏ sever đang hoạt động hiệu quả. Kết quả dự đoán chính xác và rõ ràng cho thấy model đang hoạt động tốt

Chương 4: KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1 Kiểm tra hệ thống với các hình ảnh phân loại bệnh

4.1.1 Bệnh đốm vi khuẩn



Hình 4 1 Lá cà chua bị bệnh đốm vi khuẩn và kết quả

Nhận xét: Kết quả chính xác với nhãn hình ảnh thực tế.

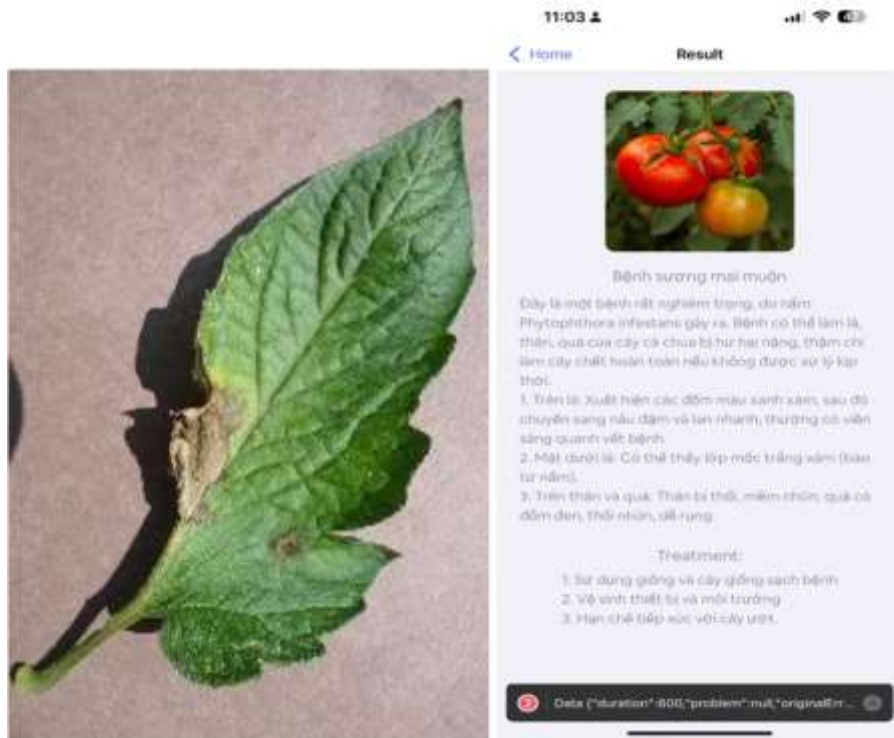
4.1.2 Bệnh héo sớm



Hình 4 2 Lá cà chua bị bệnh héo sớm và kết quả

Nhận xét: Kết quả chính xác với nhãn hình ảnh thực tế.

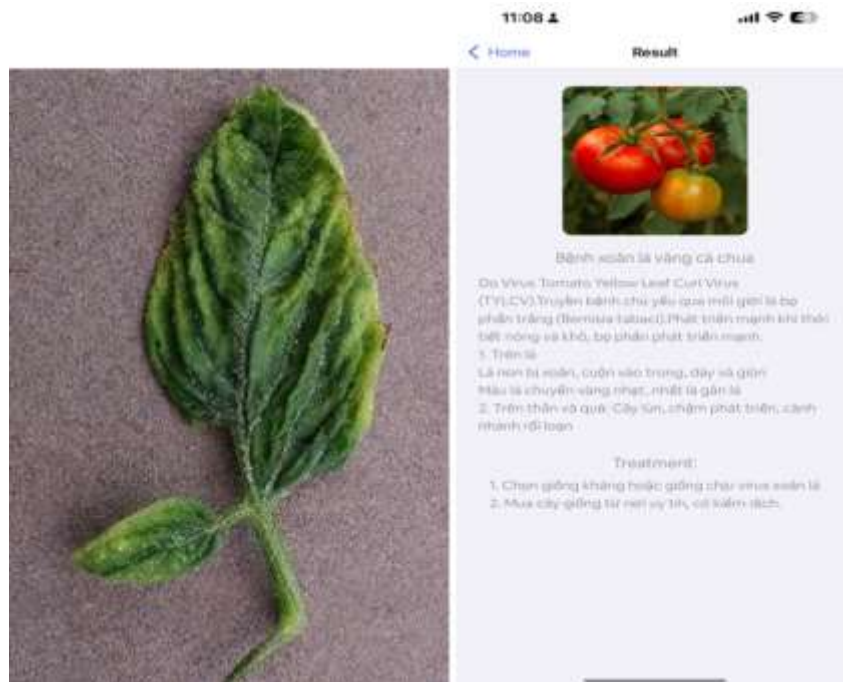
4.1.3 Bệnh sưng mai muện



Hình 4 3 Lá cà chua bị sưng mai muện và kết quả

Nhận xét: Kết quả chính xác với nhãn hình ảnh thực tế.

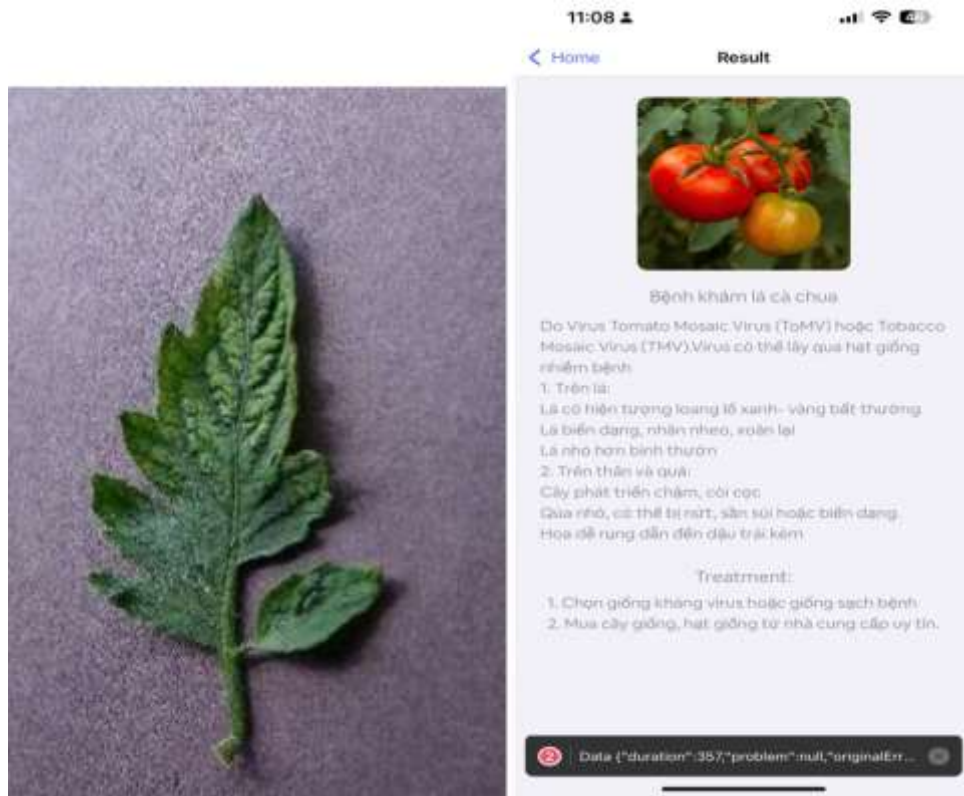
4.1.4 Bệnh xoắn lá vàng



Hình 4 4 Lá cà chua bị xoắn lá vàng và kết quả

Nhận xét: Kết quả chính xác với nhãn hình ảnh thực tế.

4.1.5 Bệnh khảm lá cà chua



Hình 4 5 Lá cà chua bị bệnh khảm và kết quả

Nhận xét: Kết quả chính xác với nhãn hình ảnh thực tế.

4.1.6 Kết luận

Trên tập dữ liệu kiểm thử (test set), mô hình đạt độ chính xác cao trong việc phân loại đúng loại bệnh tương ứng với từng ảnh đầu vào. Không chỉ dừng lại ở việc nhận diện, ứng dụng còn cung cấp thông tin điều trị chi tiết cho từng loại bệnh. Cụ thể, khi một bệnh được phát hiện, hệ thống sẽ hiển thị mô tả về nguyên nhân gây bệnh, biểu hiện đặc trưng trên lá, cũng như các biện pháp can thiệp và xử lý hiệu quả, bao gồm cả biện pháp sinh học và hóa học.

4.2 Kết quả đáp ứng của hệ thống

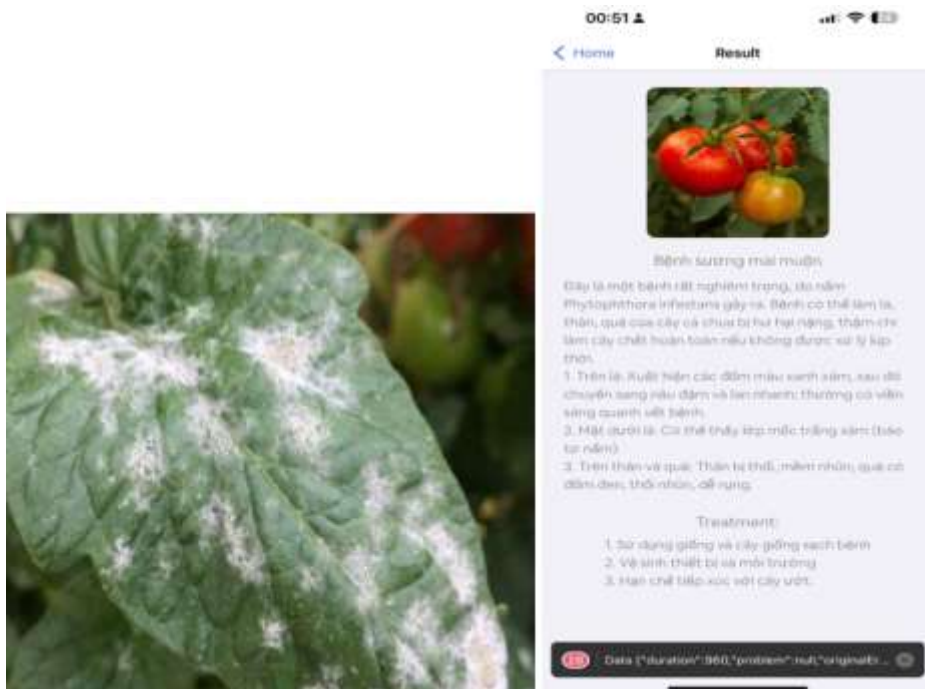
4.2.1 Đánh giá với nhiều hình ảnh



Hình 4 6 Lá cà chua bị bệnh xoắn lá vàng và kết quả

Nhận xét: Kết quả không đúng với nhãn thực tế, tuy nhiên vẫn lấy được đặc điểm chính vì là vàng và héo khá giống nhau.

4.2.2 Đánh giá với chất lượng hình ảnh thấp



Hình 4 7 Lá cà chua bị bệnh nấm mốc và kết quả

Nhận xét: Kết quả không đúng với nhãn thực tế, cho thấy hệ thống vẫn chưa đáp ứng được đối với hình ảnh có chất lượng thấp.

4.2.3 Kết luận chung

Kết quả cho thấy mô hình đạt mức độ nhận diện trung bình trong điều kiện thực tế.

- + Mô hình quét ảnh trung bình khoảng 1-2s.
- + Mô hình có thể nhận diện được một số đặc điểm chính của bệnh trên lá cà chua như vết đốm tròn, viền vàng, mốc trắng, hoặc hiện tượng xoắn lá.
- + Tuy nhiên, trong một số trường hợp, mô hình không xác định đúng tên bệnh, đặc biệt là những bệnh có đặc điểm gần giống nhau.
- + Mô hình phản hồi thấp với ảnh bị nhiễu, bị mờ, thiếu sáng.

Những nguyên nhân có thể dẫn đến sai lệch trong quá trình dự đoán:

- + Tập dữ liệu chưa bao phủ đủ các tình huống trong thực tế.
- + Một số hình ảnh có độ phân giải thấp, vì không có lá thực.

KẾT LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Trong bối cảnh nông nghiệp đang từng bước chuyển mình theo hướng hiện đại và ứng dụng công nghệ cao, đề tài **“Phát triển hệ thống chẩn đoán bệnh và giải pháp quản lý bệnh của cây cà chua dựa trên kỹ thuật xử lý ảnh”** được thực hiện với mục tiêu xây dựng một hệ thống hỗ trợ người nông dân phát hiện sớm bệnh trên cây cà chua thông qua hình ảnh lá cây. Qua quá trình nghiên cứu, triển khai và thử nghiệm, đề tài đã đạt được một số kết quả tích cực.

Trên cơ sở ứng dụng các kỹ thuật học sâu, đặc biệt là mạng nơ-ron tích chập ResNet, nhóm đã xây dựng thành công một mô hình nhận diện bệnh trên lá cà chua với quy trình xử lý ảnh đầy đủ, từ tiền xử lý dữ liệu, huấn luyện mô hình đến tích hợp vào hệ thống giao diện người dùng. Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình có khả năng nhận diện được một số đặc điểm chính của bệnh, tuy nhiên vẫn còn hạn chế trong việc phân loại chính xác tên bệnh trong một số trường hợp cụ thể. Điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng của hệ thống là khả thi, nhưng cần được cải tiến thêm để tăng độ chính xác và độ tin cậy.

Bên cạnh phần lỗi là mô hình học máy, nhóm nghiên cứu cũng đã phát triển một ứng dụng giao diện người dùng đơn giản, trực quan, cho phép người dùng cuối – chủ yếu là nông dân hoặc kỹ thuật viên nông nghiệp – có thể dễ dàng tải ảnh lá cây lên hệ thống, nhận kết quả phân tích và tham khảo thông tin điều trị. Việc kết nối giữa mô hình trí tuệ nhân tạo và giao diện người dùng giúp đề tài trở nên khả thi hơn trong thực tế, hướng tới một giải pháp công nghệ thân thiện và dễ tiếp cận với cộng đồng người sử dụng không chuyên về công nghệ.

Tuy vậy, đề tài vẫn còn một số hạn chế, như tập dữ liệu chưa đủ đa dạng, mô hình còn nhầm lẫn giữa các loại bệnh có biểu hiện tương tự nhau, và giao diện ứng dụng vẫn còn đơn giản. Nhóm đề xuất một số hướng cải tiến như:

- + Mở rộng và đa dạng hóa tập dữ liệu: Thu thập thêm dữ liệu thực tế đảm bảo chất lượng và tính phù hợp cao
- + Cải tiến mô hình học sâu tối ưu hơn để nâng cao độ chính xác và tính ổn định của việc phân loại bệnh
- + Mở rộng quy mô cây trồng: Thay vì chỉ tập trung vào cây cà chua, ứng dụng có thể mở rộng cơ sở dữ liệu để nhận diện bệnh của nhiều loại cây trồng phổ biến.

- + Cải tiến ứng dụng giúp người dùng dễ dàng theo dõi và điều trị bệnh: Xây dựng lịch sử tra cứu và chức năng theo dõi bệnh như đưa ra cảnh báo.

Tổng kết lại, đề tài không chỉ góp phần khẳng định vai trò quan trọng và tiềm năng ứng dụng của trí tuệ nhân tạo trong lĩnh vực nông nghiệp thông minh, mà còn mở ra hướng nghiên cứu và phát triển các giải pháp công nghệ cao phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững. Đây có thể xem là bước nền quan trọng cho các ứng dụng thực tiễn sau này, hỗ trợ hiệu quả hơn cho người nông dân trong việc phát hiện, chẩn đoán và quản lý bệnh trên cây trồng, hướng tới một nền nông nghiệp tự động hóa, chính xác và thân thiện với môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N. T. Tuấn, Deep Learning Cơ Bản, 2020.
- [2] S. Parvez, M. A. Uddin, M. Islam and P. Bharman, "Tomato Leaf Disease Detection Using Convolutional Neural Network," 1 10 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/375224837_Tomato_Leaf_Disease_Detection_Using_Convolutional_Neural_Network. [Accessed 3 19 2025].
- [3] Y. Zhong, Z. Teng and M. Tong, "A novel lightweight convolutional neural network for tomato disease detection," 9 5 2023. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1166296/full>. [Accessed 4 2 2025].
- [4] R. Agarwal, "Complete Guide to the Adam Optimization Algorithm," 13 11 2023. [Online]. Available: https://builtin-com.translate.google.com/machine-learning/adam-optimization?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=vi&_x_tr_hl=vi&_x_tr_pto=tc. [Accessed 1 4 2025].
- [5] M. I. Hossain, "Detecting tomato leaf diseases by image processing through deep convolutional neural networks," Smart Agricultural Technology, 10 2023. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375523001302>. [Accessed 1 4 2025].