

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ



BÁO CÁO ĐỒ ÁN 1

ỨNG DỤNG AI NHẬN DIỆN ĐIỆN TRÊN CÂY LÚA

Sinh viên thực hiện: Lê Minh Trí - 20224170
Lý Quang Huy - 20233764
Trương Văn Thường - 20233812
Nguyễn Hoàng Lâm - 20233769
Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS. Hoàng Quang Huy

Hà Nội, tháng 06 năm 2025

LỜI NÓI ĐẦU

Trong lĩnh vực nông nghiệp hiện đại, việc phát hiện và xử lý kịp thời các loại bệnh trên cây trồng đóng vai trò then chốt trong việc đảm bảo năng suất và chất lượng mùa vụ. Trong số các loại cây trồng quan trọng, cây lúa chiếm vị trí đặc biệt ở Việt Nam, nơi nông nghiệp lúa nước là nền tảng của sinh kế và an ninh lương thực. Tuy nhiên, các bệnh như đạo ôn, vàng lá, khô vằn... thường xuyên xảy ra và gây thiệt hại nghiêm trọng nếu không được phát hiện sớm.

Với đề tài “Ứng dụng AI nhận diện bệnh trên cây lúa”, nhóm thực hiện mong muốn xây dựng một hệ thống hỗ trợ nhà nông và kỹ sư nông nghiệp trong việc phát hiện nhanh chóng và chính xác các dấu hiệu bệnh qua hình ảnh lá lúa. Bằng cách kết hợp các kỹ thuật xử lý ảnh và trí tuệ nhân tạo (AI), đặc biệt là mạng học sâu (Deep Learning), hệ thống có khả năng tự động phân tích hình ảnh và đưa ra cảnh báo bệnh lý, giúp giảm thiểu thời gian kiểm tra thủ công và tăng hiệu quả giám sát đồng ruộng.

Thông qua đề tài này, nhóm sinh viên được tiếp cận và vận dụng các kiến thức liên ngành như xử lý ảnh số, học máy, huấn luyện mô hình AI và lập trình giao diện ứng dụng. Đây là bước chuẩn bị quan trọng để ứng dụng công nghệ hiện đại vào lĩnh vực nông nghiệp thông minh – một xu hướng tất yếu trong thời đại chuyển đổi số.

Nhóm xin chân thành cảm ơn PGS.TS. Hoàng Quang Huy đã tận tình hướng dẫn và tạo điều kiện thuận lợi để nhóm hoàn thành đề tài. Mặc dù đã nỗ lực trong quá trình thực hiện, nhóm khó tránh khỏi những thiếu sót và rất mong nhận được sự góp ý quý báu để hoàn thiện hơn trong tương lai.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
DANH MỤC HÌNH VẼ	3
DANH MỤC BẢNG BIỂU	4
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CHUNG	5
1.1 Bối cảnh và lý do chọn đề tài	5
1.1.1 Bối cảnh:	5
1.1.2 Lý do chọn đề tài:	5
1.2 Phân công nhiệm vụ trong nhóm	6
1.3 Yêu cầu đề tài	6
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	7
2.1 Tổng quan về trí tuệ nhân tạo và Deep Learning	7
2.1.1 Trí tuệ nhân tạo là gì?	7
2.1.2 Deep Learning:	7
2.2 Nhận diện hình ảnh bằng mạng nơ-ron tích chập (CNN)	7
2.2.1 Tổng quan về CNN:	7
2.2.2 Kiến trúc cơ bản của CNN:	7
2.3 Quy trình nhận diện bệnh lá lúa bằng AI	7
2.3.1 Dữ liệu ảnh:	7
2.3.2 Tiền xử lý ảnh:	8
2.3.3 Huấn luyện mô hình:	8
2.3.4 Đánh giá mô hình :	8
2.4 Công cụ và thư viện sử dụng	8
2.5 Ứng dụng AI trong nông nghiệp:	9
2.5.1 Nhận diện bệnh cây trồng:	9
2.5.2 Quản lý dịch hại và sâu bệnh:	9
2.5.3 Dự đoán năng suất mùa vụ:	9
2.5.4 Giám sát từ xa và hệ thống nông nghiệp thông minh	9
2.5.5 Tưới tiêu thông minh	9
CHƯƠNG 3: THỰC HIỆN VÀ ĐÁNH GIÁ	10
3.1 Chuẩn bị dữ liệu bệnh trên	10
3.2 Số lượng ảnh	11
3.3 Biểu đồ khi huấn luyện	12
3.4 Kết quả mô hình	13
3.5 Kết luận:	13
KẾT LUẬN	15
TÀI LIỆU THAM KHẢO	16

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 3.1	Sơ đồ của hệ thống	10
Hình 3.2	Ảnh theo từng lớp bệnh	11
Hình 3.3	Biểu đồ val_loss	12
Hình 3.4	Biểu đồ val_acc	12
Hình 3.5	Biểu đồ train_loss_epoch	12
Hình 3.6	Biểu đồ train_acc_epoch	12
Hình 3.7	Biểu đồ thể hiện quá trình huấn luyện và kiểm thử mô hình AI . .	12
Hình 3.8	Kết quả mô phỏng hệ thống trên Proteus	13

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1	Danh sách công cụ và thư viện sử dụng	8
----------	---	---

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CHUNG

1.1 Bối cảnh và lý do chọn đề tài

1.1.1 Bối cảnh:

Trong thời đại cách mạng công nghiệp 4.0, việc ứng dụng công nghệ vào nông nghiệp ngày càng trở nên phổ biến và cần thiết. Các vấn đề như biến đổi khí hậu, sâu bệnh, và hiệu suất canh tác đòi hỏi ngành nông nghiệp phải có những bước chuyển đổi mạnh mẽ sang mô hình nông nghiệp thông minh. Trong đó, việc giám sát và phát hiện sớm các bệnh hại cây trồng – đặc biệt là cây lúa – đóng vai trò then chốt nhằm đảm bảo năng suất và chất lượng lúa gạo, mặt hàng nông sản chủ lực của Việt Nam.

Cây lúa rất dễ bị tấn công bởi các loại bệnh như đạo ôn, khô vằn, vàng lá... Nếu không được phát hiện kịp thời, những loại bệnh này có thể gây thiệt hại nghiêm trọng đến sản lượng. Trong thực tế, phương pháp chẩn đoán bệnh chủ yếu dựa vào quan sát bằng mắt thường của nông dân hoặc cán bộ kỹ thuật, vốn dễ sai sót và phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm cá nhân. Do đó, việc ứng dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) – đặc biệt là các mô hình học sâu (Deep Learning) – vào nhận diện bệnh cây trồng từ hình ảnh đang là hướng đi tiềm năng và cấp thiết.

1.1.2 Lý do chọn đề tài:

a) Tính thực tiễn cao:

Việc phát hiện sớm bệnh cây lúa có ý nghĩa quan trọng trong bảo vệ mùa màng và giảm thiểu sử dụng thuốc bảo vệ thực vật không cần thiết. Hệ thống nhận diện bệnh bằng AI có thể giúp nông dân chẩn đoán nhanh chóng thông qua hình ảnh chụp lá lúa, từ đó đưa ra phương án xử lý kịp thời. Giải pháp này phù hợp với thực tế sản xuất và có thể tích hợp trên điện thoại, máy bay không người lái (drone) hoặc các nền tảng IoT nông nghiệp.

b) Phù hợp với nội dung môn học:

Đề tài tích hợp kiến thức của nhiều học phần như xử lý ảnh, trí tuệ nhân tạo, học sâu, lập trình ứng dụng và phân tích dữ liệu. Đây là một cơ hội để sinh viên vận dụng lý thuyết vào thực tiễn, từ việc thu thập dữ liệu hình ảnh, xử lý tiền xử lý, huấn luyện mô hình, đến triển khai giao diện người dùng cho ứng dụng nhận diện bệnh.

c) Tính khả thi trong môi trường học tập:

Với sự hỗ trợ từ các thư viện mã nguồn mở như TensorFlow, Keras, OpenCV cùng kho dữ liệu ảnh bệnh cây lúa được công bố rộng rãi, sinh viên hoàn toàn có thể xây dựng và huấn luyện mô hình nhận diện bệnh ngay trong môi trường học tập. Ngoài ra, việc sử dụng các nền tảng phần cứng như máy tính cá nhân hoặc Google Colab giúp giảm chi phí và tăng tính linh hoạt trong quá trình phát triển.

d) Khả năng mở rộng và phát triển:

Đề tài có thể mở rộng theo nhiều hướng như nhận diện thêm các loại cây trồng khác, tích hợp hệ thống cảnh báo sớm, xây dựng ứng dụng di động, hoặc triển khai hệ thống giám sát trên quy mô đồng ruộng. Đây là nền tảng tốt để phát triển các hệ sinh thái nông nghiệp thông minh dựa trên AI và IoT.

e) **Rèn luyện kỹ năng toàn diện:**

Thực hiện đề tài yêu cầu sinh viên phát triển toàn diện các kỹ năng: thu thập và tiền xử lý dữ liệu ảnh, thiết kế kiến trúc mô hình AI, huấn luyện và đánh giá mô hình, tối ưu hóa hiệu suất, xây dựng giao diện ứng dụng và trình bày kết quả. Ngoài ra, kỹ năng làm việc nhóm, phân chia công việc và quản lý tiến độ dự án cũng được rèn luyện xuyên suốt quá trình thực hiện.

f) **Ý nghĩa giáo dục và thực tiễn:**

Đề tài không chỉ giúp sinh viên áp dụng lý thuyết vào thực hành mà còn nâng cao nhận thức về vai trò của công nghệ trong phát triển nông nghiệp bền vững. Qua đó, sinh viên có cơ hội đóng góp vào việc hiện đại hóa ngành nông nghiệp và giải quyết các vấn đề thực tế mang tính xã hội và kinh tế cao.

1.2 Phân công nhiệm vụ trong nhóm

1.3 Yêu cầu đề tài

Đề tài "Ứng dụng AI nhận diện bệnh trên cây lúa" được xây dựng với các yêu cầu cụ thể nhằm đáp ứng mục tiêu học tập của học phần đồ án 1 về đề tài "Ứng dụng AI nhận diện bệnh trên cây lúa" được xây dựng với các yêu cầu cụ thể nhằm đáp ứng mục tiêu học tập của học phần đồ án 1 và đảm bảo tính thực tiễn, bao gồm:

- **Xây dựng hệ thống :** Thiết kế và triển khai hệ thống nhận diện bệnh trên lá lúa thông qua hình ảnh đầu vào, sử dụng mô hình học sâu (Deep Learning) huấn luyện từ tập dữ liệu thực tế.
- **Hiển thị kết quả:** Thu thập dữ liệu hình ảnh lá lúa (bao gồm lá khỏe mạnh và lá bị bệnh), thực hiện tiền xử lý ảnh như thay đổi kích thước, tăng cường độ tương phản (CLAHE), và lọc nhiễu để chuẩn hóa đầu vào cho mô hình.
- **Hiệu chuẩn hệ thống:** Sử dụng mạng nơ-ron tích chập (CNN) hoặc các mô hình tối ưu (như MobileNet, ResNet) để huấn luyện trên tập dữ liệu đã xử lý, đảm bảo độ chính xác cao trong nhận diện các loại bệnh như đạo ôn, khô vằn, vàng lá,...
- **Phân tích sai số:** Đánh giá hiệu năng mô hình dựa trên các chỉ số như Accuracy, Precision, Recall, F1-Score và ma trận nhầm lẫn (Confusion Matrix). So sánh kết quả với chẩn đoán thực tế để xác định mức độ tin cậy.
- **Đáp ứng mục tiêu học tập:** Giúp sinh viên vận dụng kiến thức về xử lý ảnh, học máy và trí tuệ nhân tạo vào một bài toán thực tế. Rèn luyện kỹ năng lập trình, huấn luyện mô hình, đánh giá và triển khai hệ thống.
- **Tính khả thi:** Sử dụng dữ liệu ảnh miễn phí từ các nguồn mở hoặc tự chụp bằng điện thoại, huấn luyện mô hình trên Google Colab hoặc máy tính cá nhân, triển khai bằng các thư viện Python như TensorFlow, Keras, OpenCV,... đảm bảo phù hợp với điều kiện học tập hiện tại.
- **Khả năng mở rộng:** Đề tài có thể phát triển thêm như: nhận diện nhiều loại bệnh hơn, tích hợp hệ thống cảnh báo sớm, đồng bộ với nền tảng IoT để giám sát nông nghiệp từ xa, hoặc xây dựng app di động phục vụ nông dân.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Tổng quan về trí tuệ nhân tạo và Deep Learning

2.1.1 Trí tuệ nhân tạo là gì?

Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence – AI) là lĩnh vực của khoa học máy tính nghiên cứu các hệ thống có khả năng thực hiện các nhiệm vụ mà thông thường cần đến trí thông minh của con người như nhận dạng hình ảnh, hiểu ngôn ngữ tự nhiên, ra quyết định, và học hỏi từ dữ liệu. Trong nông nghiệp, AI có thể giúp phát hiện sớm bệnh cây trồng, dự đoán năng suất, điều khiển tưới tiêu thông minh, v.v.

2.1.2 Deep Learning:

Học sâu là một nhánh của học máy sử dụng các mạng nơ-ron nhân tạo có nhiều lớp (deep neural networks). Ưu điểm lớn của Deep Learning là khả năng trích xuất đặc trưng từ dữ liệu thô (ví dụ như ảnh lá lúa) mà không cần kỹ thuật trích đặc trưng thủ công. Các mô hình CNN (Convolutional Neural Networks) đặc biệt hiệu quả trong các bài toán nhận dạng ảnh.

2.2 Nhận diện hình ảnh bằng mạng nơ-ron tích chập (CNN)

2.2.1 Tổng quan về CNN:

Mạng CNN là một loại mạng nơ-ron nhân tạo chuyên biệt cho xử lý ảnh. CNN có khả năng tự học các đặc trưng từ ảnh đầu vào thông qua các tầng tích chập (convolution), kích hoạt (ReLU), gộp (pooling), và phân loại (fully connected). Điều này cho phép CNN đạt hiệu suất cao trong các bài toán phân loại ảnh như nhận diện bệnh cây trồng.

2.2.2 Kiến trúc cơ bản của CNN:

- Tầng tích chập (Convolutional layer): Trích xuất đặc trưng cục bộ từ ảnh.
- Tầng kích hoạt (Activation layer): Thường dùng hàm ReLU để tăng tính phi tuyến.
- Tầng gộp (Pooling layer): Giảm kích thước không gian, giữ lại thông tin quan trọng.
- Tầng kết nối đầy đủ (Fully connected): Gộp đặc trưng và dự đoán đầu ra (bệnh cụ thể).
- Softmax: Biến đầu ra thành xác suất cho các lớp bệnh.

2.3 Quy trình nhận diện bệnh lá lúa bằng AI

2.3.1 Dữ liệu ảnh:

- Ảnh chụp lá lúa có thể bị bệnh hoặc khỏe mạnh.
- Có thể thu thập từ các bộ dữ liệu công khai (PlantVillage, Rice Disease Dataset) hoặc tự chụp.
- Các loại bệnh phổ biến: đạo ôn, khô vằn, vàng lá, cháy bìa lá.

2.3.2 Tiền xử lý ảnh:

- Thay đổi kích thước (ví dụ: 224x224 px).
- Tăng cường ảnh (augmentation) như xoay, lật, thay đổi độ sáng để tăng tính đa dạng.
- Lọc nhiễu và tăng độ tương phản bằng các kỹ thuật như CLAHE hoặc high-pass filter.

2.3.3 Huấn luyện mô hình:

- Sử dụng thư viện TensorFlow/Keras.
- Chia dữ liệu thành tập huấn luyện, kiểm tra và đánh giá (train/val/test).
- Sử dụng mô hình CNN, MobileNet hoặc ResNet tùy theo yêu cầu độ chính xác và hiệu suất.

2.3.4 Đánh giá mô hình :

- Accuracy: Tỷ lệ dự đoán đúng tổng thể.
- Precision, Recall, F1-Score: Đánh giá mức độ đúng/sai của từng lớp bệnh.
- Confusion Matrix: Xác định mô hình thường nhầm lẫn giữa những lớp nào.

2.4 Công cụ và thư viện sử dụng

Để xây dựng hệ thống nhận diện bệnh trên cây lúa bằng AI, nhóm sử dụng các công cụ và thư viện phổ biến trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo và xử lý ảnh. Dưới đây là bảng tổng hợp các công cụ chính:

Bảng 2.1 Danh sách công cụ và thư viện sử dụng

Công cụ / Thư viện	Vai trò
Python	Ngôn ngữ lập trình chính được sử dụng để xử lý ảnh, huấn luyện mô hình và xây dựng giao diện ứng dụng.
TensorFlow / Keras	Thư viện học sâu hỗ trợ xây dựng và huấn luyện các mô hình mạng nơ-ron tích chập (CNN) để phân loại ảnh lá lúa.
OpenCV	Thư viện xử lý ảnh mã nguồn mở, dùng để thực hiện các bước tiền xử lý như thay đổi kích thước, tăng cường độ tương phản, lọc nhiễu ảnh.
Google Colab	Nền tảng lập trình trực tuyến hỗ trợ GPU miễn phí, giúp rút ngắn thời gian huấn luyện mô hình.
Streamlit / Flask	Công cụ xây dựng giao diện web đơn giản, cho phép người dùng tải ảnh lá lúa lên và xem kết quả nhận diện trực tiếp.

Các công cụ này đều có tài liệu hướng dẫn phong phú và cộng đồng hỗ trợ mạnh, phù hợp với sinh viên trong môi trường học tập và nghiên cứu.

2.5 Ứng dụng AI trong nông nghiệp:

Sự phát triển mạnh mẽ của trí tuệ nhân tạo (AI) trong thập kỷ qua đã mở ra nhiều hướng đi mới trong lĩnh vực nông nghiệp, đặc biệt là trong việc tự động hóa quy trình canh tác, nâng cao hiệu quả sản xuất và tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, khan hiếm tài nguyên và nhu cầu về nông sản an toàn ngày càng tăng, việc ứng dụng AI trong nông nghiệp là một giải pháp cấp thiết và mang tính bền vững.

2.5.1 Nhận diện bệnh cây trồng:

Một trong những ứng dụng nổi bật nhất của AI trong nông nghiệp là khả năng nhận diện sớm các loại bệnh trên cây trồng thông qua hình ảnh. Thay vì phụ thuộc hoàn toàn vào quan sát trực tiếp của nông dân, các hệ thống AI có thể phân tích ảnh chụp lá cây, phát hiện dấu hiệu bệnh lý như đốm lá, mốc, cháy bìa, hoặc hiện tượng vàng lá – vốn là biểu hiện của nhiều bệnh nguy hiểm như đạo ôn, khô vằn hoặc bạc lá.

Việc ứng dụng mạng nơ-ron tích chập (CNN) giúp mô hình tự học được các đặc trưng của từng loại bệnh từ hàng ngàn ảnh mẫu, từ đó phân loại chính xác với độ tin cậy cao. Hệ thống này có thể triển khai trên điện thoại thông minh, thiết bị bay không người lái (drone), hoặc tích hợp vào hệ thống giám sát đồng ruộng IoT.

2.5.2 Quản lý dịch hại và sâu bệnh:

AI có thể giúp phát hiện sự xuất hiện của sâu bệnh và côn trùng thông qua hình ảnh hoặc cảm biến chuyển động. Các mô hình học máy được huấn luyện để phân biệt các loài gây hại với cường độ và tần suất xuất hiện khác nhau, từ đó đưa ra cảnh báo và đề xuất biện pháp xử lý kịp thời. Hệ thống AI còn có thể tối ưu hóa lượng thuốc bảo vệ thực vật cần sử dụng, giảm lãng phí và hạn chế ô nhiễm môi trường.

2.5.3 Dự đoán năng suất mùa vụ:

Thông qua việc phân tích các yếu tố như điều kiện thời tiết, độ ẩm đất, lịch sử gieo trồng và hình ảnh vệ tinh, AI có thể xây dựng các mô hình dự đoán năng suất cây trồng. Các thuật toán hồi quy, rừng ngẫu nhiên (Random Forest), hoặc mạng nơ-ron hồi tiếp (RNN) có thể được ứng dụng để phân tích dữ liệu nhiều chiều và đưa ra dự báo năng suất với độ chính xác cao.

2.5.4 Giám sát từ xa và hệ thống nông nghiệp thông minh

Thông qua sự kết hợp giữa AI và Internet vạn vật (IoT), toàn bộ khu vực trồng trọt có thể được giám sát từ xa qua điện thoại hoặc máy tính. AI giúp xử lý và phân tích các luồng dữ liệu lớn (big data) từ nhiều nguồn cảm biến, camera, và drone để đưa ra quyết định tự động hoặc hỗ trợ ra quyết định cho nhà nông.

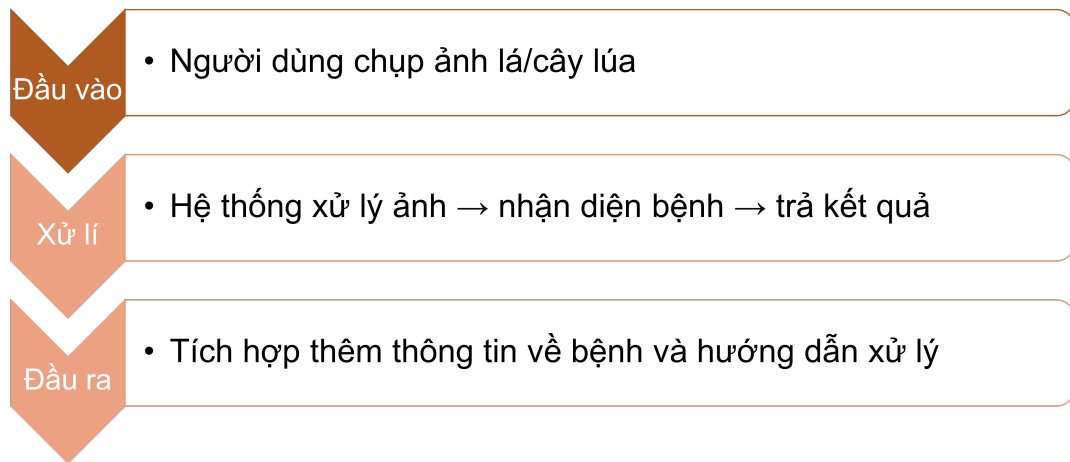
2.5.5 Tưới tiêu thông minh

AI kết hợp với các cảm biến độ ẩm, cảm biến mưa và nhiệt độ giúp xây dựng hệ thống tưới tiêu tự động, chỉ hoạt động khi cây thực sự cần nước. Điều này không chỉ tiết kiệm tài nguyên nước mà còn hạn chế tình trạng ngập úng, rửa trôi phân bón – những yếu tố ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe cây trồng. Các thuật toán AI còn có thể dự báo nhu cầu nước trong từng giai đoạn sinh trưởng để điều chỉnh chế độ tưới tiêu phù hợp.

CHƯƠNG 3: THỰC HIỆN VÀ ĐÁNH GIÁ

Sau khi đã trình bày cơ sở lý thuyết và nguyên lý hoạt động của hệ thống phát hiện bệnh trên cây lúa trong chương trước, chương này sẽ tập trung vào quá trình thiết kế và mô phỏng hệ thống. Tại đây, nhóm tiến hành xây dựng mô hình hệ thống điện tử – xử lý ảnh và kiểm chứng hoạt động của hệ thống trong môi trường mô phỏng.

3.1 Chuẩn bị dữ liệu bệnh trên

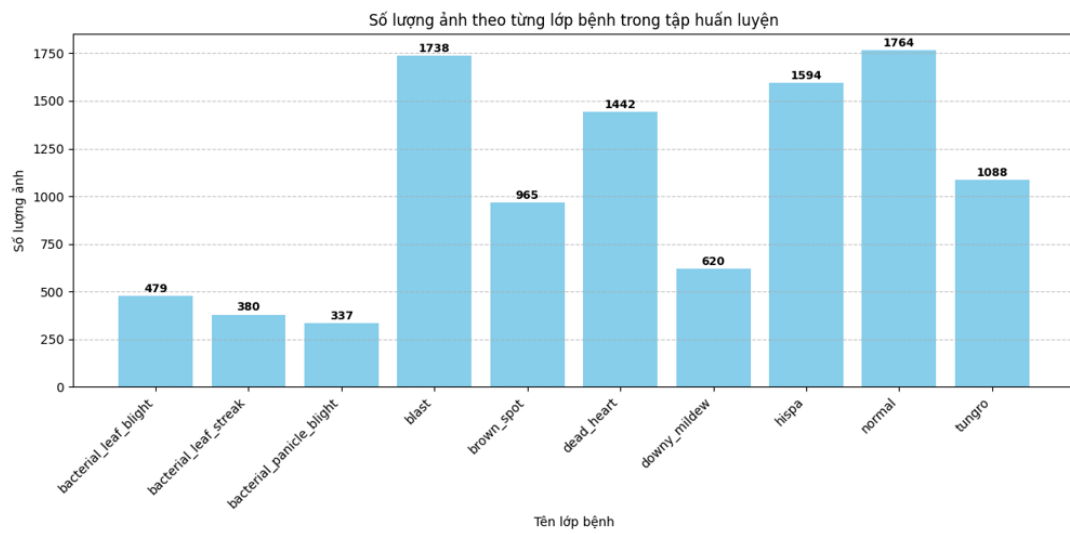


Hình 3.1 Sơ đồ của hệ thống

Như hình 3.1, ta thấy hệ thống có 3 khối như sau:

- **Khối đầu vào :** Người dùng sẽ chụp ảnh lá hoặc cây lúa có dấu hiệu nghi bị bệnh và gửi lên hệ thống. Đây là bước khởi đầu để hệ thống có thể phân tích và chẩn đoán bệnh.
- **Khối xử lý :** Hệ thống sử dụng các kỹ thuật xử lý ảnh (như tăng cường tương phản, lọc nhiễu...) và mô hình AI để nhận diện bệnh trên lá/cây lúa, sau đó trả kết quả (ví dụ: cây bị bệnh đạo ôn, hay không bị bệnh).
- **Khối đầu ra :** Sau khi chẩn đoán xong, hệ thống sẽ hiển thị thông tin bệnh (nếu có) và tích hợp thêm hướng dẫn xử lý, cách phòng ngừa phù hợp để người dùng biết cách hành động tiếp theo.

3.2 Số lượng ảnh



Hình 3.2 Ảnh theo từng lớp bệnh

Theo hình 3.2, ta thấy được số lượng ảnh được chuẩn bị và phân chia ở trên.

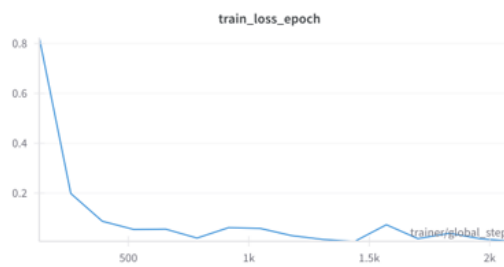
3.3 Biểu đồ khi huấn luyện



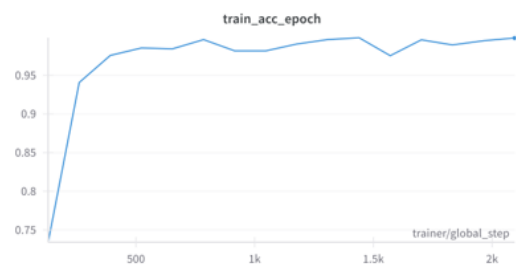
Hình 3.3 Biểu đồ **val_loss**



Hình 3.4 Biểu đồ **val_acc**



Hình 3.5 Biểu đồ **train_loss_epoch**



Hình 3.6 Biểu đồ **train_acc_epoch**

Hình 3.7 Biểu đồ thể hiện quá trình huấn luyện và kiểm thử mô hình AI

3.4 Kết quả mô hình

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
bacterial_leaf_blight	0.9194	0.9194	0.9194	62
bacterial_leaf_streak	1.0000	0.9722	0.9859	36
bacterial_panicle_blight	0.9286	0.9512	0.9398	41
blast	0.9651	0.9379	0.9513	177
brown_spot	0.9560	0.9158	0.9355	95
dead_heart	0.9933	0.9867	0.9900	150
downy_mildew	0.8621	0.9091	0.8850	55
hispa	0.9070	0.9750	0.9398	160
normal	0.9521	0.9578	0.9550	166
tungro	0.9681	0.9100	0.9381	100
accuracy			0.9482	1042
macro avg	0.9452	0.9435	0.9440	1042
weighted avg	0.9492	0.9482	0.9483	1042

Hình 3.8 Kết quả mô phỏng hệ thống trên Proteus

Như hình 3.8, hệ thống hoạt động đúng như mình mong muốn.

3.5 Kết luận:

Dựa trên báo cáo phân loại thu được từ mô hình học sâu, hệ thống nhận diện bệnh trên cây lúa đạt độ chính xác cao với **accuracy = 94.82%** trên tập kiểm thử gồm **1,042 ảnh**.

Một số chỉ số đánh giá cụ thể như sau:

- **Precision (Độ chính xác trung bình):** 94.52% (macro average), 94.92% (weighted average)
- **Recall (Độ bao phủ trung bình):** 94.35% (macro average), 94.82% (weighted average)
- **F1-score trung bình:** 94.40% (macro average), 94.83% (weighted average)

Một số lớp bệnh có kết quả nhận diện nổi bật:

- **dead_heart:** F1-score đạt 0.9900
- **bacterial_leaf_streak:** Precision tuyệt đối 1.0000
- **normal:** F1-score đạt 0.9550
- **blast:** F1-score đạt 0.9513

Tuy nhiên, một số lớp bệnh vẫn còn có thể cải thiện thêm:

- **downy_mildew:** F1-score thấp nhất, đạt 0.8850
- **bacterial_leaf_blight:** F1-score chỉ đạt 0.9194

Tổng kết: Mô hình đã thể hiện hiệu quả cao trong việc phân loại và nhận diện các bệnh trên cây lúa, có khả năng ứng dụng thực tiễn tốt. Trong tương lai, cần bổ sung thêm dữ liệu và tối ưu mô hình cho các lớp bệnh có hiệu suất thấp nhằm nâng cao độ chính xác toàn hệ thống.

KẾT LUẬN

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. Mishra, “Paddy doctor: Paddy disease classification.” <https://www.kaggle.com/competitions/paddy-disease-classification>, 2022. Accessed: 2025-06-08.
- [2] U. or GitHub Contributors, “Rice leaf blast disease dataset.” <https://github.com/SpMohanty/Rice-Leaf-Disease-Dataset>, 2021. Accessed: 2025-06-08.