

ỨNG DỤNG THỊ GIÁC MÁY TÍNH TỰ ĐỘNG ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CỦ KHOAI TÂY GIỐNG

Đặng Thị Thúy Huyền*, Nguyễn Thị Duyên, Ngô Trí Dương, Nguyễn Văn Điều

Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: huyentdh@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 06.01.2023

Ngày chấp nhận đăng: 27.01.2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm mục tiêu thiết kế mô hình đánh giá tự động chất lượng củ khoai tây giống ứng dụng thị giác máy tính. Trong nghiên cứu, một số yếu tố được lựa chọn để đánh giá chất lượng củ khoai tây giống trước khi đem gieo trồng bao gồm: số lượng mầm, bệnh ghè củ và bệnh vảy bạc. Bằng việc sử dụng camera Pi 2/3 để chụp ảnh đối tượng và gửi tới máy tính những Raspberry Pi 4B để xử lý ảnh nhận được với thuật toán YOLO-v4, bước đầu mô hình đã đưa ra được kết luận về chất lượng củ thông qua xác định số mầm và nhận diện hai loại bệnh trên củ (bệnh ghè củ, bệnh vảy bạc) với thời gian xử lý trung bình là 0,147 giây. Tỷ lệ nhận diện chính xác bệnh trên mẫu củ nhiễm bệnh là 93,33% với bệnh ghè củ, 94,74% với bệnh vảy bạc, tỷ lệ đếm đúng số mầm trên củ là 95,56% số mẫu thử nghiệm. Mô hình đánh giá này có thể ứng dụng cho hệ thống tự động phân loại củ giống trước khi đem gieo trồng.

Từ khóa: Củ khoai tây giống, mầm khoai, bệnh vảy bạc, bệnh ghè củ, YOLO-v4

Automatic Quality Assessment of Potato Tuber Seeds using Computer Vision

ABSTRACT

This study aimed to design an automatic model for quality assessment of potato tuber seeds by applying computer vision. In the study, a number of sprouts and tuber scab diseases (*Actinomyces scabies* and *Helminthosporium solani*) were selected to evaluate the quality of potato tuber seeds. A picture of the object was taken by Pi 2/3 camera and sent it to Raspberry Pi 4B embedded computer to process the received image with the YOLO-v4 algorithm. Initially, the model drew conclusions about the quality of the seed potatoes through counting the number of sprouts and identifying scab diseases on tubers with an average processing time of 0.147 seconds. The rate of accurate identification of the diseases on infected tubers was 93.33% with *Actinomyces scabies* and 94.74% with *Helminthosporium solani*. 95.56% of sprouted tubers were counted correctly. This evaluation model can be used in an automatic sorting potato seed tubers before planting.

Keywords: Automatic quality assessment, potato tuber seeds, number of sprouts, *Actinomyces scabies*, *Helminthosporium solani*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nông nghiệp đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế toàn cầu. Khi dân số tiếp tục mở rộng, đô thị hóa sẽ dẫn đến giảm dần diện tích đất canh tác và áp lực lên hệ thống nông nghiệp sẽ tiếp tục gia tăng. Nhu cầu về phương pháp sản xuất thực phẩm nông nghiệp hiệu quả và an toàn ngày càng tăng. Các phương pháp quản lý nông nghiệp truyền thống phải được bổ sung bằng công nghệ cảm biến, công nghệ thông tin và truyền thông để đẩy nhanh việc tăng năng suất nông nghiệp, từ đó thúc đẩy sự phát triển của nông nghiệp chất lượng và năng suất cao. Trong vài thập kỷ qua, hệ thống ứng dụng thị giác máy tính đã trở thành công cụ quan trọng trong hoạt động nông nghiệp. Thực tiễn chứng minh, áp dụng thị giác máy tính thông qua lựa chọn thông số đặc trưng để tiến hành tính toán, kiểm tra và phân loại trong sản xuất nông nghiệp mang lại hiệu quả rất cao.

Nguyễn Minh Triết & cs. (2017) đã ứng dụng thị giác máy tính trong việc phát hiện và nhận dạng sâu bệnh trên lá bưởi thông qua quá trình xử lý ảnh. Trong nghiên cứu này, từ ảnh mẫu nhận được, nhóm tác giả sử dụng thuật toán để xác định vùng có thể bị sâu bệnh trên lá, phân tích đặc trưng về màu sắc và hình dáng của mẫu bệnh, từ đó kết hợp với mô hình máy học vectơ hỗ trợ (SVM) để xác định đối tượng sâu bệnh. Độ chính xác của hệ thống đạt xấp xỉ 99,2% với thời gian xử lý trung bình khoảng 0,2 giây.

Kỹ thuật thị giác máy tính cũng được ứng dụng vào bài toán phân lớp lá cây thông qua ảnh chụp sử dụng phương pháp phân lớp SVM (Support Vector Machine), hướng tới xây dựng một ứng dụng nhận dạng loài cây dựa vào ảnh chụp của lá hoặc phát hiện bệnh cây dựa vào các biểu hiện trên lá cây. (Phan Thị Thu Hồng & cs., 2013).

Ứng dụng thị giác máy tính để tự động phát hiện và đếm số lượng búp chèn trong ảnh được

chụp trên một diện tích chèn nhất định đã được áp dụng vào năm 2015 (Nguyễn Thị Thủy & cs., 2015). Việc đếm số lượng búp chèn trong một diện tích mẫu thường được thực hiện để đánh giá năng suất, theo dõi sinh trưởng của chèn hoặc quyết định thời điểm thích hợp cho việc thu hoạch. Phương pháp này có thể ứng dụng để xây dựng hệ thống hỗ trợ cho công việc liên quan của người trồng chèn hoặc các nhà nghiên cứu về cây chèn.

Ứng dụng thị giác máy tính trong giám sát quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng là một trong những yêu cầu cơ bản của nền nông nghiệp thông minh. Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu về ứng dụng thị giác máy tính trong lĩnh vực sản xuất nông nghiệp từ chọn giống, giám sát sinh trưởng của cây trồng, phòng trừ sâu bệnh, cỏ dại cho đến khâu thu hoạch, phân loại và chế biến các sản phẩm nông nghiệp.

Dor & cs. (2017) đã nghiên cứu ứng dụng thị giác máy tính trong phát hiện và đếm số hoa trên cây cà chua trồng trong nhà kính. Hệ thống sử dụng máy bay không người lái bay trong nhà kính để thực hiện một số nhiệm vụ như thụ phấn và ước tính năng suất. Việc phát hiện những bông hoa có thể cung cấp thông tin hữu ích cho người nông dân, chẳng hạn như số lượng hoa trong một hàng, số lượng hoa đã được thụ phấn kể từ lần thăm hàng cuối cùng. Thuật toán xác định hoa bằng cách sử dụng ngưỡng thích ứng, phân đoạn trên không gian màu HSV và các dấu hiệu hình thái.

Peng & cs. (2018) đã đề xuất một phương pháp để phát hiện mức độ chín (xanh, cam và đỏ) của cà chua tươi (giống Roma và lê) bằng cách kết hợp giá trị màu đặc trưng với kỹ thuật phân loại mạng nơ-ron thần kinh (BPNN). Một thiết bị phát hiện độ chín dựa trên công nghệ thị giác máy tính được thiết kế đặc biệt để thu được hình ảnh cà chua trong phòng thí nghiệm. Hình ảnh cà chua được xử lý và các đặc điểm màu sắc của cà chua thu được dựa trên công nghệ xử lý hình ảnh. Sau đó, 05 giá trị màu đặc trưng được nhập vào BPNN làm giá trị đầu vào để phát hiện độ chín của các mẫu cà chua. Phân tích kết quả cho thấy, độ chính xác trung bình để phát hiện ba mức độ chín của các mẫu cà chua sử dụng phương pháp này là 99,31% với độ lệch chuẩn là 1,2%.

Ngoài ra, thị giác máy tính còn được ứng dụng để phát hiện một số bệnh trên lá (Gittaly Dhingra & cs., 2019; Gayatri & Supriya, 2019), hay ứng dụng trong hệ thống gCrop- IoT (Internet-of-Leaf-Things) để theo dõi sự tăng trưởng, phát triển của các loại cây ăn lá và cập nhật trạng thái

theo thời gian thực bằng cách sử dụng công nghệ IoT, công nghệ xử lý hình ảnh và học máy (Siddhant Kumar & cs., 2019). Một thuật toán thị giác máy tính chạy trên nền tảng của hệ thống gCrop dựa trên Internet of Leaf Things (IoT) để tính toán các kiểu phát triển của lá trong thời gian thực. Mô hình có thể dự đoán sự phát triển của lá với độ chính xác khoảng 98%.

Thị giác máy tính cũng được ứng dụng trong việc xác định chất lượng củ khoai tây. Nghiên cứu của tác giả Jing Jin và cộng sự đã đưa ra phương pháp kiểm tra đối với các khuyết tật bên ngoài củ khoai tây ở ba giống khoai tây. Tỷ lệ phân loại đúng khuyết tật, tỷ lệ nhận biết đúng khuyết tật và tỷ lệ kiểm tra đúng củ khoai tây dựa trên FII (Fixed Intensity Interception) lần lượt là 92,1%, 91,4% và 100%. Kết quả cho thấy phương pháp này nhanh chóng và thuận tiện để phát hiện khuyết tật trên củ khoai tây vỏ vàng (Jing & cs., 2009). Nhóm tác giả Guowei & cs. (2022) đã cải tiến thuật toán YOLO-v5 trong việc xác định củ khoai tây mọc mầm nhằm đáp ứng nhu cầu phân loại nhanh trong dây chuyền phân loại củ khoai tây tự động. Ngoài ra, còn có nhiều nghiên cứu khác thực hiện đánh giá chất lượng củ khoai tây dựa trên thị giác máy tính (Jing & cs., 2018; Du & cs., 2019; Noor & cs., 2022).

Những nghiên cứu trên đây đã cho thấy vai trò to lớn và khả năng ứng dụng thực tiễn cao của thị giác máy tính trong phát triển một nền nông nghiệp thông minh và bền vững. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả ứng dụng thị giác máy tính để đánh giá chất lượng củ khoai tây giống thông qua việc nhận diện các bệnh thường xuất hiện trên củ (bệnh ghẻ củ, bệnh vảy bạc) và đếm số mầm trên củ, từ đó đưa ra kết luận về chất lượng của củ khoai tây giống.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

2.1.1. Củ khoai tây giống

Hiện nay, có rất nhiều giống khoai tây đã được dùng trong gieo trồng và các nhà khoa học vẫn đang tiếp tục nghiên cứu, lựa chọn để đưa ra các giống ít sâu bệnh và cho năng suất cao nhất, phù hợp với điều kiện trồng của từng vùng miền. Các giống khoai tây thường khác nhau về màu sắc vỏ củ, năng suất và chất lượng của củ sau thu hoạch. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả lựa chọn giống khoai tây Jelly có nguồn gốc nhập từ

Đúc để làm đối tượng đánh giá chất lượng. Đây là một trong những giống khoai tây có khả năng sinh trưởng, phát triển tốt, củ có dạng hình oval, mắt nông, vỏ củ màu vàng sáng bóng, ruột củ vàng.

Để đạt năng suất tối đa, trước khi gieo trồng, người trồng sẽ phải lựa chọn giống khoai tây có phẩm cấp chất lượng tốt để cây phát triển nhanh, ít sâu bệnh và cho năng suất cao. Ngoài yếu tố giống khoai, để đánh giá chất lượng củ khoai tây giống, người trồng sẽ căn cứ vào các đặc điểm sau: tuổi sinh lý của củ giống, các bệnh trên củ như: bệnh ghẻ củ, bệnh vảy bạc, bệnh thối vòng, bệnh đốm đen...

a. Tuổi sinh lý

Tuổi sinh lý của củ giống được phân chia thành các mức độ:

Củ giống đang ngủ nghỉ: là củ chưa có mầm, nếu đem trồng sẽ không mọc mầm. Loại củ này cần qua một thời gian ngủ, hoặc nếu trồng ngay cần xử lý phá ngủ.

Củ quá trẻ sinh lý: là những củ mới nhú mầm hoặc mới có một mầm đỉnh.

Củ giống trẻ sinh lý: là những củ có 2-4 mầm, mầm có độ dài 0,2-2,0cm, vỏ củ còn căng, mầm khỏe. Trồng củ giống trẻ sinh lý cây sẽ mọc nhanh, phát triển tốt, củ to đều và năng suất cao. Khi chọn củ giống cần chọn những loại củ trẻ sinh lý sẽ cho năng suất và chất lượng cao.

Củ giống già sinh lý: là củ có nhiều mầm,



Hình 1. Mầm khoai tây



Hình 3. Bệnh vảy bạc trên củ khoai tây

mầm dài và yếu, vỏ củ nhăn nheo. Nếu trồng loại củ này cây sẽ mọc nhanh và nhiều cây con nhưng cây phát triển không đều, cây còi cọc, củ nhỏ, năng suất thấp.

b. Một số bệnh trên củ khoai tây

Bệnh ghẻ củ trên củ khoai tây (Tên khoa học: *Actinomyces scabies*, *Streptomyces scabies*) (Hình 2).

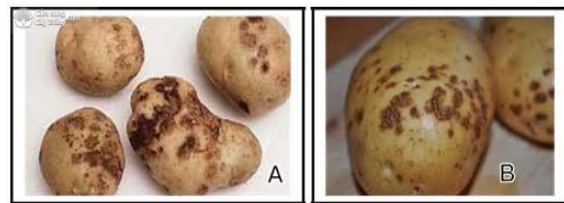
Triệu chứng điển hình trên củ: có các vết đốm nhỏ ướm, hình tròn có màu nâu hoặc nâu đỏ, xung quanh có vết bệnh sần sùi. Đôi khi, có thể quan sát thấy các vết sùi lõm hình nhẫn trên mặt củ.

Bệnh vảy bạc trên củ khoai tây (Tên khoa học: *Helminthosporium solani*) (Hình 3).

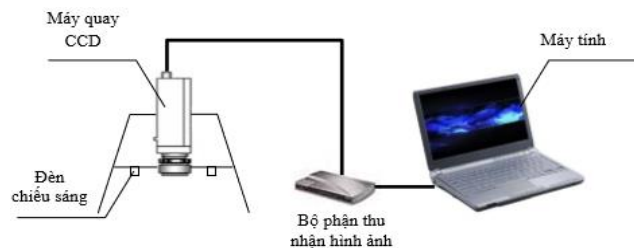
Triệu chứng bệnh: bệnh phát triển ngay trước thu hoạch hoặc trong quá trình lưu trữ. Vết bệnh màu nâu nhạt đến xám, phát triển trên bề mặt củ, dần dần lan rộng trên da, sau đó lan rộng toàn bộ củ, hình dáng vết bệnh như một 'ánh bạc' khi củ ướm. Củ bị nhiễm bệnh trong thời gian dài có thể mất độ ẩm và teo lại.

Ngoài ra trên củ khoai tây còn có thể xuất hiện một số bệnh khác như: bệnh thối vòng, bệnh đốm đen...

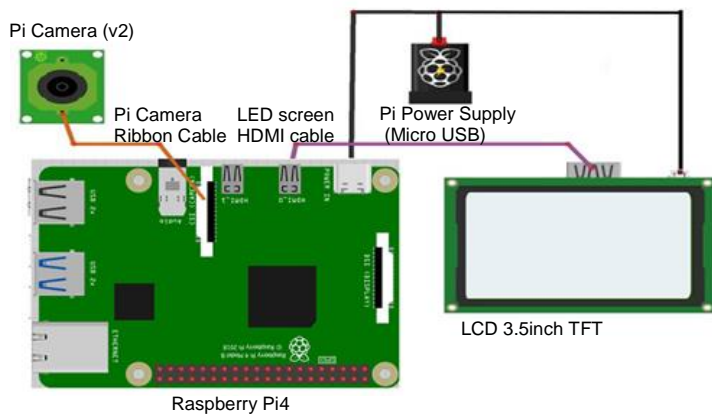
Trong nghiên cứu này, chúng tôi thiết kế một mô hình đánh giá chất lượng củ khoai tây giống dựa trên các yếu tố: đếm số mầm trên củ, xác định trên củ có hay không các bệnh ghẻ củ, bệnh vảy bạc.



Hình 2. Bệnh ghẻ củ trên củ khoai tây



Hình 4. Cấu trúc chung của một hệ thống thị giác máy tính



Hình 5. Sơ đồ kết nối phần cứng của mô hình



Hình 6. Một số hình ảnh của mô hình hệ thống

2.1.2. Thiết bị trong hệ thống thị giác máy tính

Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn máy tính nhúng Raspberry Pi 4B, với kích thước rất nhỏ gọn, chạy hệ điều hành mở linux, tốc độ xử lý vừa đủ. Raspberry Pi 4B có khả năng thực hiện thu thập hình ảnh từ camera, xử lý số liệu ngay tại hiện trường mà không cần truyền về trung tâm giám sát. Các thông số chính của Raspberry Pi 4B: CPU ARM Cortex-A72 lõi tứ 64-bit, 1,5GHz, wifi chuẩn 2,4GHz và 5,0GHz IEEE 802.11ac, bluetooth 5.0, BLE; cổng mạng Gigabit Ethernet, nguồn điện DC 5V - 3A DC chuẩn USB-C.

Camera hồng ngoại Raspberry Pi 2/3 được sử dụng để chụp mẫu vật (củ khoai tây giống). Camera hồng ngoại có độ phân giải cao 1080P, khoảng cách chụp đêm lớn 5-8m, cho hình ảnh rõ nét, tương thích với máy tính nhúng Raspberry Pi 4B.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Sơ đồ kết nối phần cứng của mô hình đánh giá chất lượng củ khoai tây giống

Hình 5 thể hiện sơ đồ kết nối phần cứng của mô hình đánh giá chất lượng củ khoai tây giống trong đó: camera hồng ngoại Raspberry Pi 2/3 thu thập hình ảnh và gửi tới bộ xử lý Raspberry Pi 4B; Raspberry Pi 4B có nhiệm vụ xử lý chính, đây là nơi chạy giao diện điều khiển và các thuật toán xử lý; màn hình cảm ứng cho phép người vận hành thao tác trực tiếp với giao diện trên màn hình. Hệ thống sử dụng nguồn 5VDC.

Trên giao diện màn hình nhấn “CHAY”, camera chụp lại hình ảnh, lúc này dựa vào các Module train đã thực hiện, hệ thống tìm kiếm và trích xuất các đối tượng, nếu phát hiện đối tượng sẽ vẽ đường bao quanh và hiển thị trên đường bao tên đối tượng tương ứng. Đầu tiên, trích xuất đối tượng bệnh ghẻ trên củ, nếu phát hiện bệnh thì hiện thông báo trên label “Ghẻ củ”; tiếp tục tìm kiếm đối tượng bệnh vảy bạc, nếu phát hiện đối tượng này, label hiển thị “Vảy bạc”, khi phát hiện một trong hai đối tượng hệ thống đưa ra kết luận trên label cuối “không đạt chất lượng”. Nếu không phát hiện bệnh thì tiếp tục tìm kiếm đối tượng mầm khoai và đếm số lượng mầm, nếu số lượng mầm lớn hơn hoặc bằng 1 thì đưa ra kết luận củ đạt, nếu số lượng mầm nhỏ hơn 1 đưa ra kết luận chưa đạt yêu cầu. Hình ảnh xử lý xong được lưu lại vào file “Data” với tên hình ảnh được lưu bằng thời gian thực giúp dễ dàng kiểm tra sau này.

2.2.2. Hộp chứa mẫu thử nghiệm

Để thử nghiệm quá trình đánh giá chất lượng củ khoai tây giống bằng thị giác máy tính, chúng tôi đã thiết kế một hộp chứa mẫu thử nghiệm (Hình 6). Khung mô hình gồm một hộp mica gắn lên trên tấm nhựa mica cố định. Camera được gắn vào bên trong nắp đậy ở bên trên. Do camera được đặt trong hộp kín nên đèn led được lắp thêm để hỗ trợ ánh sáng hợp lý nhất cho quá trình chụp ảnh vật mẫu. Khay đựng vật mẫu được để dưới cùng, được làm từ nhựa mica màu trắng và được thiết kế hình vuông để đặt vừa vào hộp chứa. Bộ xử lý Raspberry và màn hình LCD được gắn phía trước hộp.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Lưu đồ thuật toán

Thực hiện khai báo biến cho hệ thống trong lần chạy đầu tiên. Các biến bao gồm: “mam” - biến số mầm trên củ, “ghe” - biến bệnh ghẻ củ (0 - không bị bệnh, 1 - bị bệnh), “vay”- biến bệnh vảy bạc (0 - không bị bệnh, 1 - bị bệnh), “index” - biến đếm cho vòng lặp kiểm tra đối tượng.

Lưu đồ thuật toán được thể hiện trên hình 7.

Cấp nguồn cho hệ thống và mở phần mềm hiển thị giao diện trên màn hình.

Tiếp theo ấn nút “CHAY”, camera Pi chụp hình ảnh củ khoai tây và gửi tới bộ xử lý ảnh Raspberry Pi4, lúc này các biến chứa ảnh bắt đầu xử lý ảnh để nhận dạng đối tượng.

Trong vòng quét của thuật toán, các biến sẽ được kiểm tra lần lượt theo thứ tự: bệnh ghẻ củ, bệnh vảy bạc và số mầm. Nếu “ghe==0” nghĩa là củ không bị nhiễm bệnh ghẻ củ, “vay==0” nghĩa là củ không bị nhiễm bệnh vảy bạc và “mam>=1” nghĩa là trên củ có mầm thì kết luận củ “đạt chất

lượng”. Nếu vi phạm một trong ba điều kiện trên thì kết luận củ “không đạt chất lượng”.

3.2. Xây dựng các bước nhận dạng, đánh giá chất lượng củ khoai tây giống

3.2.1. Sơ đồ khối các bước nhận dạng của Yolo-v4

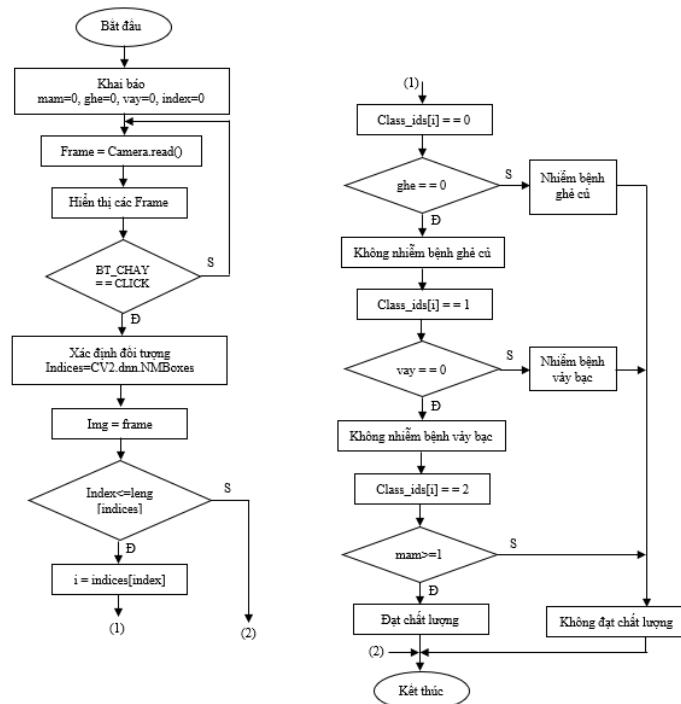
Sơ đồ khối các bước nhận dạng của Yolo-v4 được thể hiện ở hình 8.

Ảnh đầu vào được thu thập từ camera sẽ được đọc bởi thư viện OpenCV.

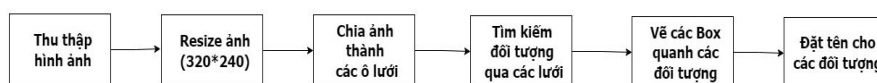
Để tăng tốc độ xử lý, cần đặt lại cỡ ảnh về 320×240 pixel.

Sau khi đã xong quá trình tiền xử lý, thuật toán Yolo sẽ bắt đầu làm việc, thực hiện chia ảnh thành các ô lưới nhỏ để tiến hành tìm kiếm đối tượng trong các ô đó.

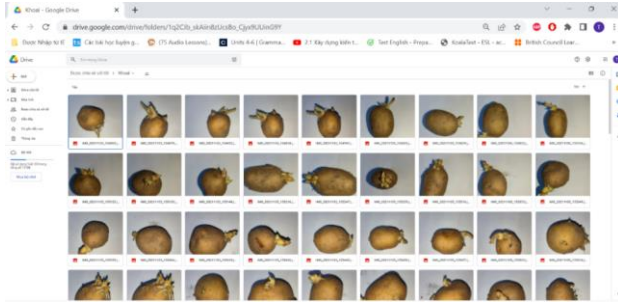
Khi tìm kiếm được đối tượng, hệ thống thu được thông số về tọa độ và chiều dài, rộng của đối tượng, dựa vào thông số này, nhóm nghiên cứu tiến hành vẽ box bao quanh đối tượng và đặt tên cho đối tượng.



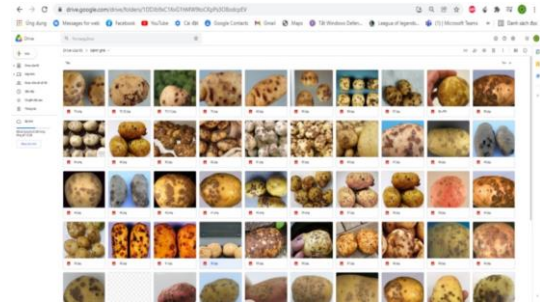
Hình 7. Lưu đồ thuật toán đánh giá chất lượng củ khoai tây giống



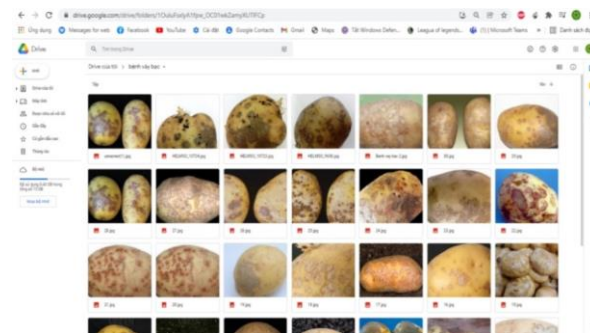
Hình 8. Sơ đồ khối nhận dạng của Yolo-v4



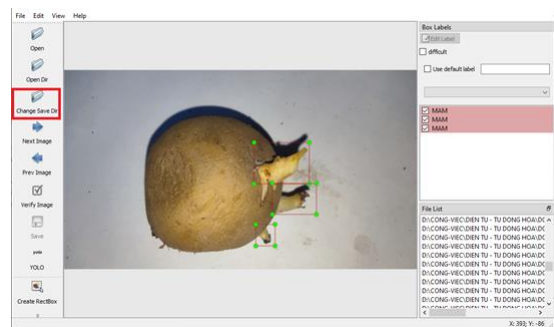
Hình 9. Bộ dữ liệu “Mầm củ khoai tây”



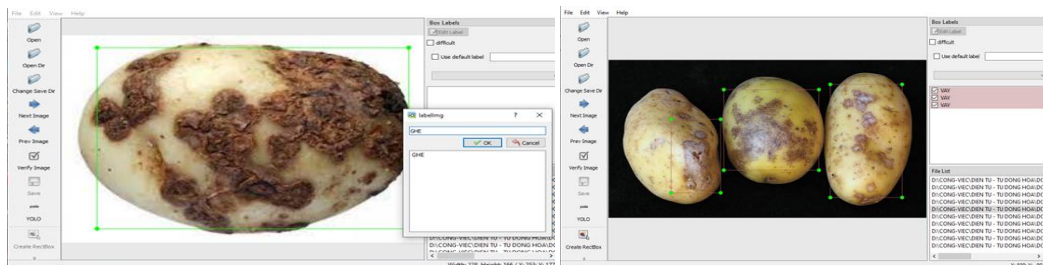
Hình 10. Bộ dữ liệu “Bệnh ghẻ củ”



Hình 11. Bộ dữ liệu “Bệnh vảy bạc”



Hình 12. Gán nhãn cho đối tượng “Mầm” trên củ



Hình 13. Gán nhãn cho đối tượng bị bệnh ghẻ củ, bệnh vảy bạc

3.2.2. Ứng dụng thuật toán Yolo-v4 xác định chất lượng củ khoai tây giống

Để chuẩn bị cho quá trình đào tạo dữ liệu, cần thu thập dữ liệu ảnh cho 3 đối tượng là mầm, bệnh ghẻ củ và bệnh vảy bạc trên củ khoai tây. Dữ liệu ảnh mầm khoai được chúng tôi thu thập bằng thực nghiệm thông qua gieo giống 100 mẫu củ khoai tây Jelly vỏ vàng, sau đó mỗi mẫu được chụp lại dưới 5 góc độ khác nhau cho ra 500 mẫu ảnh về mầm khoai; 50 mẫu củ nhiễm bệnh ghẻ củ và 40 mẫu củ nhiễm bệnh vảy bạc, đồng thời thu thập một số ảnh hai bệnh trên từ mạng internet với số lượng 150 mẫu mỗi loại.

- Gán nhãn cho dữ liệu

Quá trình đào tạo dữ liệu được thực hiện bắt đầu bằng việc gán nhãn cho đối tượng bằng công cụ LabelImg đối với “Mầm”, “Ghẻ củ”, “Vảy bạc”. Tất cả các ảnh mẫu trong 03 bộ dữ liệu sau khi dán nhãn sẽ được nén file ảnh và nhãn thành một file zip đặt tên là data.zip và tải lên tài khoản Google Drive để làm dữ liệu.

- Huấn luyện cho máy tính học với Google Colab

Google Colaboratory (Google Colab hay Colab) là một sản phẩm của Google Research với ưu điểm chính là hỗ trợ tăng tốc GPU bằng NVIDIA Tesla K80. Colab dựa trên Jupyter

Ứng dụng thị giác máy tính tự động đánh giá chất lượng củ khoai tây giống

Notebook, người dùng có thể viết và thực thi đoạn mã python thông qua trình duyệt và đặc biệt phù hợp với các dự án Phân tích dự án, Học máy và Giáo dục. Ở bước này, chúng tôi tạo dự

án mới trên Google Colab, thay đổi thời gian chạy thành GPU để sử dụng GPU của Google; đồng thời tải mã nguồn YOLO-v4 về thay đổi các thông số phù hợp để huấn luyện.



Hình 14. Kết quả nhận diện và đếm số lượng mầm



Hình 15. Kết quả nhận diện bệnh vảy bạc và bệnh ghẻ củ

```
indices = [[6]
[5]]
box = [91.0, 60.0, 130, 80]
box = [331.5, 144.5, 149, 111]
YOLO Execution time: 0.147003173828125
```

Hình 16. Thời gian xử lý của thuật toán YOLO













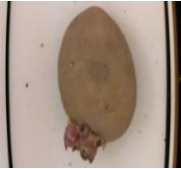



Bảng 1. Thống kê kết quả thử nghiệm 1

Loại bệnh	Số lượng mẫu	Tỷ lệ nhận diện bệnh chính xác	Tỷ lệ không nhận diện được bệnh
Bệnh ghẻ củ	45	42/45 (93,33%)	03/45 (6,67%)
Bệnh vảy bạc	38	36/38 (94,74%)	02/38 (5,26%)

Bảng 2. Một số kết quả nhận diện bệnh trên củ khoai tây

Mẫu	Đối tượng	Kết quả trên giao diện	Mẫu	Đối tượng	Kết quả trên giao diện
01			02		
	Bệnh ghẻ củ	Nhiễm bệnh ghẻ củ		Bệnh ghẻ củ	Nhiễm bệnh ghẻ củ
03			04		
	Bệnh ghẻ củ	Nhiễm bệnh ghẻ củ		Bệnh ghẻ củ	Nhiễm bệnh ghẻ củ
05			06		
	Bệnh vảy bạc	Nhiễm bệnh vảy bạc		Bệnh vảy bạc	Nhiễm bệnh vảy bạc

Bảng 3. Một số kết quả nhận diện mầm và đếm số mầm trên củ khoai tây

Mẫu	Đối tượng	Kết quả trên giao diện	Mẫu	Đối tượng	Kết quả trên giao diện
01		 Số mầm: 02 Không nhiễm bệnh	02		 Số mầm: 03 Không nhiễm bệnh
03		 Số mầm: 01 Không nhiễm bệnh	04		 Số mầm: 01 Không nhiễm bệnh
05		 Số mầm: 01 Không nhiễm bệnh	06		 Số mầm: 02 Không nhiễm bệnh
07		 Số mầm: 01 Không nhiễm bệnh	08		 Số mầm: 01 Không nhiễm bệnh

File huấn luyện được xây dựng thông qua hai bước: giải nén file data.zip để lấy dữ liệu đào tạo và chỉnh sửa số lớp (class = 3) cho 03 đối tượng “Mầm”, “Ghẻ củ” và “Vảy bạc”.

Kết thúc quá trình đào tạo dữ liệu thu được file “yolov4-custom_final.weights” trong thư mục backup, đây file chứa kết quả đào tạo, được sử dụng cho quá trình nhận dạng đối tượng.

Thời gian xử lý để đưa ra kết quả là 0,147 giây (Hình 16).

3.3. Thử nghiệm hệ thống

Nhóm nghiên cứu tiến hành thử nghiệm hệ thống đánh giá chất lượng củ khoai tây giống với các tiêu chí: củ sạch bệnh (không bị nhiễm các bệnh ghẻ củ và bệnh vảy bạc), trên củ có ít nhất 01 mầm. Hệ thống đánh giá lần lượt theo thứ tự: xác định bệnh ghẻ củ, xác định bệnh vảy bạc và cuối cùng là đếm số mầm. Nếu củ sạch bệnh và có ít nhất 01 mầm thì hệ thống sẽ đưa

ra kết luận “Đạt chất lượng”, trường hợp còn lại, hệ thống sẽ đưa ra kết luận “Không đạt”.

Mẫu củ thử nghiệm được đặt trong hộp chứa mẫu (Hình 6), tiến hành khởi động Raspberry Pi4 từ giao diện trên LCD. Sau khi khởi động thành công Raspberry, vào chương trình và ấn “RUN”, lúc này hình ảnh mẫu vật trong hộp chứa mẫu sẽ hiện trên giao diện. Tiếp tục ấn “CHẠY” sau khoảng 5-6 giây, kết quả đánh giá được hiển thị trên giao diện.

3.3.1. Thử nghiệm 1

Đối tượng thử nghiệm là 45 mẫu củ khoai tây Jelly vỏ vàng bị nhiễm bệnh ghẻ củ và 38 mẫu củ khoai tây Jelly vỏ vàng bị nhiễm bệnh vảy bạc, cả hai loại đều không có mầm. Kết quả thử nghiệm thể hiện trên bảng 1 và bảng 2.

Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống đã nhận diện được các bệnh ghẻ củ hoặc bệnh vảy bạc xuất hiện trên củ khoai tây, từ đó đưa ra kết

luận về chất lượng củ là “không đạt”. Một số trường hợp không nhận diện được bệnh do biểu hiện của bệnh ở mặt dưới của củ nên camera không chụp được.

3.3.2. Thử nghiệm 2

Đối tượng thử nghiệm là 135 mẫu củ khoai tây Jelly vỏ vàng có 1-3 mầm, không nhiễm bệnh ghẻ củ hay vảy bạc. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống đếm đúng số mầm của 129/135 (95,56%) mẫu thử nghiệm, 06/135 (4,44%) không đếm chính xác số mầm do một số mầm quá nhỏ hoặc mầm nằm ở cạnh củ, với góc chụp thẳng hệ thống không nhận diện được. Một số kết quả thử nghiệm được thể hiện trong bảng 3. Kết quả thử nghiệm của mô hình hệ thống đánh giá chất lượng củ khoai tây giống cho thấy mô hình hoạt động tốt, kết quả nhận diện, đánh giá đúng với thực tế, thời gian thực hiện nhanh. Tuy nhiên, do thiết kế hộp chứa mẫu chưa tối ưu nên hệ thống chưa chụp ảnh được tất cả các góc của củ, dẫn đến việc đánh giá chưa đầy đủ về số mầm và bệnh trên củ.

4. KẾT LUẬN

Mô hình đánh giá chất lượng củ khoai tây giống ứng dụng thị giác máy tính đã hoạt động ổn định chính xác. Bằng việc sử dụng máy tính nhúng Raspberry Pi 4B và camera Pi 2/3 để chụp ảnh, xử lý ảnh nhận được với thuật toán YOLO-v4, bước đầu mô hình đã đưa ra được kết luận về chất lượng củ khoai tây giống thông qua việc xác định số mầm và nhận diện hai loại bệnh (bệnh ghẻ củ, bệnh vảy bạc) trên củ. Kết quả đánh giá của mô hình có thể sử dụng cho dây chuyền phân loại củ khoai tây giống trước khi đem gieo trồng.

Tuy nhiên, trong quá trình thử nghiệm còn tồn tại khó khăn trong việc chuẩn bị mẫu củ bị nhiễm bệnh dẫn đến kết quả thử nghiệm mới chỉ dừng lại ở một số thử nghiệm nhất định.

Mô hình có thể phát triển theo hướng nâng cấp về phần mềm với thuật toán xử lý ảnh mới để đạt được độ chính xác và tốc độ nhanh hơn. Bên cạnh đó, để đánh giá đầy đủ hơn về chất lượng củ khoai tây giống, cơ sở dữ liệu cần được bổ sung bộ mẫu ảnh về các loại bệnh khác trên củ khoai tây giống và phân tích rõ hơn về chất lượng mầm. Về phần cứng của hệ thống cần được cải tiến để có thể chụp ảnh được tất cả các mặt của đối tượng từ đó cho kết luận đầy đủ và chính xác về chất lượng củ khoai tây giống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Dai G., Hu L., Fan J., Yan S. & Li R. (2022). A deep learning - based object detection scheme by improving YOLOv5 for sprouted potatoes datasets. *IEEE Access*. 10: 85416-85428.
- Dor O., Yael E. & Guy S. (2017). Detecting tomato flowers in greenhouses using computer vision. *International science index, computer and information engineering*. 11(1): 104-109.
- Du Y., Hu Y., San L. & Tian J. (2019). Research on potato appearance quality detection based on computer vision. *5th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)*, Beijing, China. pp. 286-289.
- Gittaly Dhingra, Vinay Kumar & Hem Dutt Joshi (2019). A novel computer vision based neutrosophic approach for leaf disease identification and classification. *Measurement*. 135: 782-794.
- Jing Jin, Jinwei Li, Guiping Liao, Xiaojuan Yu & Leo Christopher C. Viray (2009). Methodology for potatoes defects detection with computer vision. *International symposium on information processing (ISIP'09) Huangshan*. P.R. China, August 21-23. pp. 346-351.
- Jing X., Zhiliang H., Linyue T. & Juntao X. (2018). Research of potato quality detection technology based on computer vision. *Comput. Eng. Appl*. 54(5): 165-169.
- Kuricheti G. & Supriya P. (2019). Computer vision based turmeric leaf disease detection and classification: A step to smart agriculture. *3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*. pp. 545-549.
- Noor Fatima, Raza Imam, Mohd Belal, Preeti Verma & Ghufuran Ullah (2022). A computer vision - based quality analysis of potatoes. *Sustainability and Resilience Conference: Design Innovation (SRC)*. pp. 109-113.
- Nguyễn Minh Triết, Trương Quốc Bảo & Trương Quốc Định (2017). Tự động nhận dạng một số loại sâu bệnh trên lá bưởi sử dụng cộng nghệ ảnh. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Công nghệ thông tin*, tr. 88-95.
- Nguyễn Thị Thủy, Vũ Hải, Nguyễn Thị Huyền & Phạm Thị Lan Anh (2015). Tự động hóa phát hiện búp chèn dựa trên thị giác máy tính. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 13(6): 968-975.
- Phan Thị Thu Hồng, Đoàn Thị Thu Hà & Nguyễn Thị Thủy (2013). Ứng dụng phân lớp ảnh chụp lá cây bằng phương pháp máy vecto hỗ trợ. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 11(7): 1045-1052.
- Peng Wan, Arash Toudeshki, Hequn Tan & Reza Ehsani (2018). A methodology for fresh tomato maturity detection using computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*. 146: 43-50.
- Siddhant Kumar, Gourav Chowdhary, Venkanna Udutalapally, Debanjan Das & Saraju Mohanty P. (2019). gCrop: Internet-of-Leaf-Things (IoLT) for monitoring of the growth of crops in smart agriculture. *IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (iSES) (Formerly iNiS)*.