

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
KHOA KỸ THUẬT MÁY TÍNH

NGUYỄN MINH TRÍ

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHẬN DIỆN VÀ PHÂN LOẠI ĐỘ
CHÍN CỦA CÁC LOẠI XOÀI

DESIGN A SYSTEM FOR DETERMINING AND
CLASSIFICATION RIPENESS OF MANGOES BASED ON THE
COLOR OF FRUIT

KỸ SƯ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

TP. HỒ CHÍ MINH, 2024

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
KHOA KỸ THUẬT MÁY TÍNH

NGUYỄN MINH TRÍ – 19522388

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHẬN DIỆN VÀ PHÂN LOẠI ĐỘ
CHÍN CỦA CÁC LOẠI XOÀI

**DESIGN A SYSTEM FOR DETERMINING AND
CLASSIFICATION RIPENESS OF MANGOES BASED ON THE
COLOR OF FRUIT**

KỸ SƯ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. ĐOÀN DUY

TP. HỒ CHÍ MINH, 2024

THÔNG TIN HỘI ĐỒNG CHẤM KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

Hội đồng chấm khóa luận tốt nghiệp, thành lập theo Quyết định số 662/QĐ-ĐHCNTT ngày 05 tháng 07 năm 2024 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ Thông tin.

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành báo cáo khóa luận này, trước tiên em xin gửi đến các quý thầy, cô giáo trong khoa Kỹ thuật máy tính, trường Đại học Công nghệ Thông tin lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất. Đặc biệt, em muốn bày tỏ lòng biết ơn đặc biệt đến thầy Đoàn Duy – người đã tận tình hướng dẫn, đưa ra những chỉ dẫn và giúp đỡ em hoàn thành báo cáo khóa luận đợt này. Thầy đã dành thời gian và tâm huyết để hỗ trợ em, và em không thể đánh giá đủ cao sự đóng góp của thầy. Cũng không thể thiếu lời cảm ơn đến thầy Trần Hoàng Lộc, người đã đưa ra những góp ý vô cùng quý giá trong lần phản biện gần đây. Nhờ những góp ý này, em đã khắc phục và chỉnh sửa báo cáo cũng như hệ thống của mình tốt hơn. Thầy đã giúp em nhìn nhận khía cạnh mới và hoàn thiện công việc của mình. Em cũng xin gửi lời cảm ơn đến các thầy trong hội đồng, bao gồm thầy Trần Hoàng Lộc, thầy Phạm Quốc Hùng, thầy Phạm Minh Quân đã chỉ có những góp ý mang tính xây dựng cao cho đề tài của em. Em xem như đó là những góp ý vô cùng quý giá cho hướng phát triển của đề tài của em. Dù kiến thức của em còn hạn chế và thiếu kinh nghiệm thực tế, nội dung khóa luận không thể tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy, em rất mong nhận được sự góp ý, chỉ dạy thêm từ Quý Thầy cô. Đó sẽ là nguồn động viên và cơ hội để em hoàn thiện hơn nữa. Cuối cùng, em xin chân thành chúc Quý Thầy Cô luôn khỏe mạnh và đạt được nhiều thành công trong công việc giảng dạy và nghiên cứu. Một lần nữa, em xin cảm ơn sự hỗ trợ và đóng góp của thầy cô trong quá trình học tập của em.

MỤC LỤC

Chương 1. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI	2
1.1. Tổng quan đề tài	2
1.2. Mục tiêu đề tài	4
1.2.1. Mục tiêu tổng quát:	4
1.2.2. Mục tiêu cụ thể:	4
1.3. Giới hạn đề tài	4
Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	5
2.1. Xử lý ảnh với OpenCV.....	5
2.2. Nhận diện màu trên trái xoài	10
2.3. Phân loại độ chín của xoài dựa vào màu sắc	11
2.3.1. Xoài cát chu	11
2.3.2. Xoài cát Hòa Lộc	19
2.3.3. Xoài cát chu vàng.....	27
2.3.4. So sánh giữa 3 loại xoài	35
2.4. Servo RC 9G	36
2.5. Cảm biến hồng ngoại.....	38
2.6. Nút bấm	38
2.7. Màn Hình LCD.....	39
Chương 3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG	40
3.1. Tổng quan về thiết kế hệ thống	40
3.2. Cắt xoài từ hình ảnh.	42
3.3. Nhận diện màu trên bề mặt xoài.....	43

3.3.1.	Xoài cát chu	43
3.3.2.	Xoài cát Hòa Lộc	49
3.3.3.	Xoài cát chu vàng.....	54
3.4.	Phân loại xoài trên băng chuyền	61
3.5.	Màn hình LCD.....	64
Chương 4.	THỰC NGHIỆM ĐỀ TÀI	65
4.1.	Kịch bản đánh giá kiểm tra	65
4.2.	Kết quả thực nghiệm	66
Chương 5.	KẾT LUẬN.....	68
5.1.	Mục tiêu đạt được.....	68
5.2.	Ưu điểm và hạn chế.....	68
5.3.	Hướng phát triển.....	68

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1 Ảnh xoài từ ảnh gốc sang ảnh xám	5
Hình 2.2 Ảnh xoài từ ảnh xám sang ảnh nhị phân	6
Hình 2.3 Ảnh xoài từ ảnh nhị phân sang ảnh được nhận diện cạnh	7
Hình 2.4 Ảnh xoài có cạnh được làm liền mạch.....	8
Hình 2.5 Cạnh bao phủ xoài và phần vùng quả xoài	9
Hình 2.6 Phần vùng quả xoài và xoài được cắt.....	9
Hình 2.7 Bảng màu HSV	10
Hình 2.8 Xoài được nhận diện màu vàng.....	11
Hình 2.9 Tập 25 hình xoài cát chu sóng	12
Hình 2.10 Tập 25 hình xoài cát chu chín cấp độ một	14
Hình 2.11 Tập 25 hình xoài cát chu chín cấp độ hai.....	16
Hình 2.12 Tập 25 hình xoài cát chu chín hoàn toàn	18
Hình 2.13 Tập 25 hình xoài cát Hòa Lộc sóng	20
Hình 2.14 Tập 25 hình xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một	22
Hình 2.15 Tập 25 hình xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai.....	24
Hình 2.16 Tập 25 hình xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn	26
Hình 2.17 Tập 25 hình xoài cát chu vàng sóng.....	28
Hình 2.18 Tập 25 hình xoài cát chu vàng chín cấp độ một.....	30
Hình 2.19 Tập 25 hình xoài cát chu vàng chín cấp độ hai.....	32
Hình 2.20 Tập 25 hình xoài cát chu vàng chín hoàn toàn.....	34
Hình 2.21 Sơ đồ nối chân giữa Raspberrypi và servo.....	37
Hình 2.22 Sơ đồ nối chân giữa Raspberrypi và cảm biến hồng ngoại.....	38
Hình 2.23 Sơ đồ nối chân giữa Raspberry pi và LCD	39
Hình 3.1 Sơ đồ khối hệ thống	40
Hình 3.2 Lưu đồ giải thuật của hệ thống.....	40
Hình 3.3 Cắt xoài từ hình ảnh	42
Hình 3.4 Lưu đồ giải thuật nhận diện màu cho xoài cát chu	44
Hình 3.5 Lưu đồ giải thuật lấy kết quả về độ chín của xoài cát chu	45

Hình 3.6 Xoài cát chu sống	46
Hình 3.7 Xoài cát chu chín cấp độ một.....	47
Hình 3.8 Xoài cát chu chín cấp độ hai	48
Hình 3.9 Xoài cát chu chín hoàn toàn	48
Hình 3.10 Lưu đồ giải thuật nhận diện màu cho xoài cát Hòa Lộc	49
Hình 3.11 Lưu đồ giải thuật lấy kết quả về độ chín của xoài cát chu.....	50
Hình 3.12 Xoài cát Hòa Lộc sống	51
Hình 3.13 Xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một.....	52
Hình 3.14 Xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai	53
Hình 3.15 Xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn	53
Hình 3.16 Lưu đồ giải thuật nhận diện màu cho xoài cát Hòa Lộc	55
Hình 3.17 Lưu đồ giải thuật lấy kết quả về độ chín của xoài cát chu.....	56
Hình 3.18 Xoài cát chu vàng sống	57
Hình 3.19 Xoài cát chu vàng chín cấp độ một.....	58
Hình 3.20 Xoài cát chu vàng chín cấp độ hai	59
Hình 3.21 Xoài cát chu vàng chín hoàn toàn	60
Hình 3.22 Sơ đồ khối hệ thống phân loại xoài trên băng chuyền	61
Hình 3.23 Lưu đồ giải thuật hệ thống phân loại xoài trên băng chuyền.....	62
Hình 3.24 Kết quả LCD	64

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1 Nhận diện màu xoài cát chu sống	13
Bảng 2.2 Nhận diện màu xoài cát chu chín cấp độ một.....	15
Bảng 2.3 Nhận diện màu xoài cát chu chín cấp độ hai	17
Bảng 2.4 Nhận diện màu xoài cát chu chín hoàn toàn.....	19
Bảng 2.5 Nhận diện màu xoài cát Hòa Lộc sống.....	21
Bảng 2.6 Nhận diện màu xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một.....	23
Bảng 2.7 Nhận diện màu xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai	25
Bảng 2.8 Nhận diện màu xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn.....	27
Bảng 2.9 Nhận diện màu xoài cát chu vàng sống	29
Bảng 2.10 Nhận diện màu xoài cát chu vàng chín cấp độ một.....	31
Bảng 2.11 Nhận diện màu xoài cát chu vàng chín cấp độ hai	33
Bảng 2.12 Nhận diện màu xoài cát chu vàng chín hoàn toàn	35
Bảng 2.13 So sánh ba loại xoài	36
Bảng 3.1 Bảng trạng thái hoạt động của hệ thống	41
Bảng 4.1 Kết quả thực nghiệm xoài cát chu	66
Bảng 4.2 Kết quả thực nghiệm xoài cát Hòa Lộc	66
Bảng 4.3 Kết quả thực nghiệm xoài cát chu vàng.....	67

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

EU: European Union

ASEAN: The Association of Southeast Asian Nations

PLC: Programmable logic controller

CNN: Convolutional Neural Network

HSV: Hue Saturation Value

TÓM TẮT KHÓA LUẬN

Hệ thống nhận diện và phân loại độ chín của các loại xoài sẽ nhận diện độ chín cho ba loại xoài, đó là xoài cát chu, xoài cát Hòa Lộc, xoài cát chu vàng. Mỗi loại xoài sẽ được phân loại thành bốn mức độ chín khác nhau, bao gồm sống, chín cấp độ một, chín cấp độ hai, chín hoàn toàn.

Xoài được di chuyển trên băng chuyền, ban đầu xoài sẽ tiến vào buồng chụp hình, tại đó xoài sẽ được tách ra khỏi ảnh, ảnh xoài sau đó được nhận diện màu sắc. Đối với xoài cát chu và xoài cát Hòa Lộc, hệ thống sẽ nhận diện màu xanh và màu vàng trên bề mặt trái, dựa vào diện tích bao phủ của hai màu đó trên bề mặt trái, hệ thống sẽ đưa ra mức độ chín của xoài. Đối với xoài cát chu vàng, hệ thống sẽ nhận diện độ sáng của màu vàng trên bề mặt trái. Tùy vào độ sáng của màu vàng trên bề mặt trái xoài, hệ thống sẽ đưa ra kết quả về độ chín của xoài cát chu vàng.

Sau khi đã biết được mức độ chín của xoài, ta sẽ tiến hành phân loại nó. Trên băng chuyền sẽ có ba chốt, tương ứng với ba tay gạt. Tay gạt đầu tiên sẽ gạt khi xoài ở mức độ chín là chín hoàn toàn. Tay gạt thứ hai sẽ gạt thì xoài ở mức độ chín cấp độ hai. Tay gạt thứ ba sẽ gạt thì xoài ở mức độ chín cấp độ một. Xoài sẽ được di chuyển thẳng cho đến cuối băng chuyền nếu như xoài sống.

Chương 1. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1.1. Tổng quan đề tài

Xoài là một trong những loại trái cây phổ biến và quen thuộc ở trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Tại Việt Nam, theo thống kê của bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn vào tháng 6/2022, sản lượng của xoài là 590,6 nghìn tấn, chỉ sau chuối với 1.292 nghìn tấn và thanh long với 606,8 nghìn tấn, xếp trên các loại cây ăn quả quen thuộc khác như cam với 490,8 nghìn tấn và dứa với 426,7 nghìn tấn [1]. Cũng theo báo cáo của bộ vào tháng 8/2022, xoài là một trong các loại quả chủ lực bên cạnh thanh long, chanh leo, nhãn, vải,... được đem đi xuất khẩu ở nhiều quốc gia, đặc biệt là các thị trường lớn như EU, Hoa Kỳ, Úc, Nhật Bản, Hàn Quốc, Newzealand, Trung Quốc, Trung Đông, ASEAN,... [2]. Năm bắt được điều đó, nhóm đã quyết định thiết kế ra hệ thống nhận diện mức độ chín của xoài. Hệ thống này sẽ giúp ích cho các nhà xưởng thu hoạch xoài, giúp họ giảm thiểu chi phí nhân công trong việc phân loại độ chín của xoài, đáp ứng được sản lượng xoài to lớn hiện có, từ đó cũng giúp ích cho việc xuất khẩu xoài ra thế giới.

Ở đây nhóm chọn ra ba loại xoài cho đề tài này, đó là xoài cát chu, xoài cát Hòa Lộc, xoài cát chu vàng. Mỗi loại sẽ được phân loại thành bốn mức độ chín khác nhau, lần lượt là sống, chín cấp độ một, chín cấp độ hai, chín hoàn toàn.

Hiện tại nhóm cũng đã tham khảo một số đề tài tương tự, chi tiết các đề tài như sau:

- ❖ Nghiên cứu thiết kế thiết bị đánh giá chất lượng quả xoài dựa trên hình ảnh của tác giả Phùng Tuấn Anh [3]. Kết quả của nghiên cứu có một số ưu điểm và hạn chế sau:
 - Ưu điểm:
 - Thiết kế đơn giản, theo kiểu mô-đun, giá rẻ và dễ dàng lắp đặt, bảo trì thiết bị khi thiết bị được thiết kế theo dạng mô-đun kết nối, dễ sản xuất đại trà.

- Phương pháp xử lí ảnh bằng thư viện openCV mang lại kết quả tốt khi so sánh độ chính xác với các phương pháp như sử dụng cảm biến màu, quét laser từ trên không và thủ công với số lượng lớn xoài.
- Hạn chế: Phải cần nguồn sáng ổn định khi đo.
- ❖ Nghiên cứu hệ thống phân loại cà chua theo màu sắc [4]. Kết quả của nghiên cứu có một số ưu điểm và hạn chế sau:
 - Ưu điểm:
 - Việc sử dụng PLC S7-1200 giúp tự động hóa quy trình sản xuất, giảm sự phụ thuộc vào lao động và tăng tính hiệu quả.
 - Cảm biến và logic lập trình trong PLC giúp phân loại quả cà chua một cách chính xác và đồng nhất.
 - Có thể điều chỉnh các tiêu chí phân loại một cách linh hoạt thông qua phần mềm lập trình của PLC.
 - Nhược điểm:
 - Chi phí ban đầu cao, đòi hỏi đầu tư lớn cho việc mua các thiết bị, cảm biến và PLC.
 - Độ chính xác chỉ được 86%.
 - Sử dụng cảm biến màu TSC3200 chỉ nhận biết được một màu, nên là muốn phân loại độ xanh/chín của quả cần phải sử dụng nhiều cảm biến hoặc sử dụng vòng lặp, điều này khiến chi phí và độ phức tạp của hệ thống tăng lên.
- ❖ Nghiên cứu đề tài phân loại và nhận diện chất lượng của trái cây sử dụng CNN [5]. Kết quả nghiên cứu có những ưu điểm và hạn chế sau:
 - Ưu điểm:
 - Nhận diện khá tốt ba loại trái cây khác nhau
 - Kết quả nhận diện khá cao với táo xanh với tỷ lệ 98.3%.
 - Nhược điểm:

- Kết quả nhận diện táo đỏ, hạt lựu chưa được cao lắm, với tỷ lệ lần lượt là 87.98% và 88.16%.
- Chỉ nhận diện với background màu trắng. Với background bên ngoài thì chưa biết kết quả ra sao.

Đối với đề tài của nhóm, nhóm sẽ nhận diện độ chín của nhiều loại xoài khác nhau, thay vì là xoài nói chung của đề tài thứ nhất. Bên cạnh đó, nhóm sẽ nhận diện được nhiều màu sắc trên quả xoài để cho ra kết quả tốt hơn, thay vì chỉ dùng cảm biến màu sắc để nhận dạng như là đề tài thứ hai. Ngoài ra việc dùng CNN để nhận diện trái cây như đề tài thứ ba không phù hợp để chạy trên Raspberry pi vì mạch chạy không nổi. Và việc nhận diện trái cây không thực tiễn được bằng so với nhận diện độ chín của nhiều loại xoài như nhóm đang làm.

1.2. Mục tiêu đề tài

1.2.1. Mục tiêu tổng quát:

Hoàn thiện hệ thống nhận diện và phân loại độ chín của từng loại xoài

1.2.2. Mục tiêu cụ thể:

Tách được xoài từ ảnh gốc.

Hệ thống nhận diện được mức độ chín cho ba loại xoài, đó là xoài cát chu, xoài cát Hòa Lộc, xoài cát chu vàng.

Hệ thống nhận diện độ chín của xoài với độ chính xác từ 90% trở lên.

Hệ thống phân loại được xoài trên băng chuyền dựa vào độ chín của xoài đã được nhận diện từ trước đó.

1.3. Giới hạn đề tài

Hệ thống nhận diện bốn mức độ chín, đó là sống, chín cấp một, chín cấp hai, chín hoàn toàn cho ba loại xoài, là xoài cát chu, cát Hòa Lộc, cát chu vàng.

Mỗi lần chạy, hệ thống chỉ nhận diện cho một loại xoài.

Độ chính xác khi nhận diện độ chín cho xoài ở mức 90%.

Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Xử lý ảnh với OpenCV.

Để tách được trái xoài từ ảnh gốc, ta sẽ sử dụng một số hàm có sẵn ở trong thư viện OpenCV, các hàm đó sẽ được trình bày như sau.

Đầu tiên, ta sẽ biến đổi ảnh gốc sang ảnh xám, để làm điều này, ta sử dụng hàm chuyển đổi ảnh màu sang ảnh xám với cú pháp như sau: `gray_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)`. Trong đó, “image” ảnh gốc đầu vào, `cv2.COLOR_BGR2GRAY` là đoạn mã để thể hiện rằng hàm này sẽ giúp chuyển đổi ảnh từ ảnh màu sang ảnh xám, `gray_image` sẽ là ảnh xám đầu ra mà ta sẽ nhận được. Kết quả của hàm này được biểu hiện như ở Hình 2.1 bên dưới, với Hình 2.1a là ảnh màu đầu vào và Hình 2.1b là ảnh đã được chuyển thành ảnh xám.



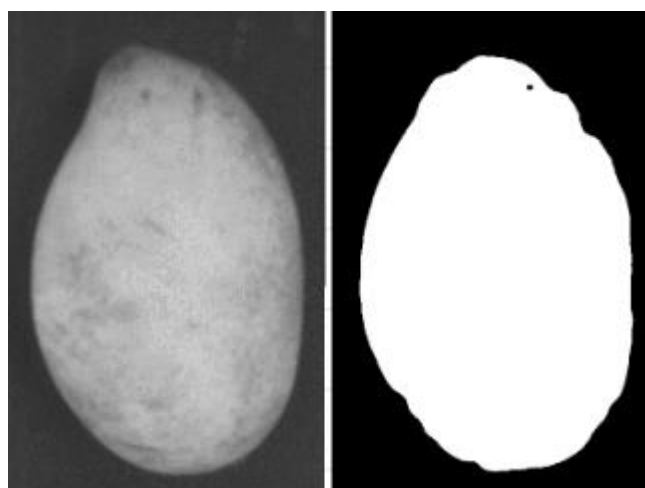
a/ Ảnh gốc

b/ Ảnh xám

Hình 2.1 Ảnh xoài từ ảnh gốc sang ảnh xám

Sau đó ta tiếp tục chuyển ảnh xám như Hình 2.1b thành ảnh nhị phân. Để làm điều này, ta sẽ sử dụng hàm chuyển đổi ảnh xám thành ảnh nhị phân với cú pháp như sau: `ret, thresh = cv2.threshold(gray_image, 127, 255, 0)`. Trong đó `gray_image` là ảnh xám đầu vào. Vì ảnh đầu vào là ảnh xám, nên các điểm ảnh sẽ có giá trị từ 0 đến 255, khi đó 0 biểu diễn cho màu đen, 255 biểu diễn cho màu trắng, các giá trị

nằm giữa 0 đến 255 sẽ biểu diễn cho từng độ xám. Giá trị 127 ở hàm trên có ý nghĩa rằng nếu điểm ảnh nào có giá trị dưới 127 thì sẽ được chuyển thành bằng 0 (mặc định), tức là màu đen, còn điểm ảnh nào có giá trị trên 127 thì sẽ được chuyển thành bằng 255 như giá trị được ghi trên hàm, tức là màu trắng. Còn giá trị “0” được ghi ở trên hàm biểu diễn cho loại ngưỡng. Ở hàm này có hỗ trợ 8 loại ngưỡng, đó là THRESH_BINARY, THRESH_BINARY_INV, THRESH_TRUNC, THRESH_TOZERO, THRESH_TOZERO_INV, THRESH_MASK, THRESH_OTSU, THRESH_TRIANGLE. Giá trị “0” ở đây có nghĩa là không chọn loại ngưỡng nào cả. Kết quả của hàm này được biểu diễn như Hình 2.2 bên dưới, với Hình 2.2a là ảnh xám đầu vào, Hình 2.2b là ảnh nhị phân được tạo ra từ hàm trên.

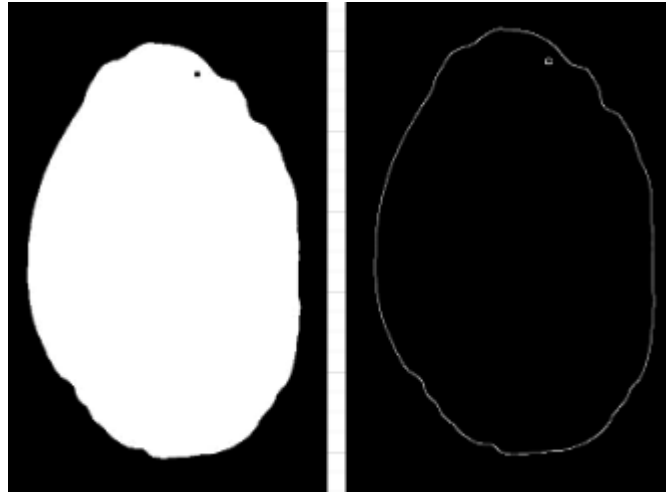


a/ Ảnh xám

b/ Ảnh nhị phân

Hình 2.2 Ảnh xoài từ ảnh xám sang ảnh nhị phân

Tiếp theo ta sẽ tiến hành nhận diện cạnh từ ảnh nhị phân đã có được trước đó như Hình 2.2b. Để nhận diện cạnh, ta sẽ dùng hàm nhận diện cạnh với cú pháp như sau: `wide = cv2.Canny(thresh, 50, 150)`. Trong đó “thresh” là ảnh nhị phân đầu vào. Giá trị 50 và 150 ở hàm trên lần lượt là giá trị ngưỡng thấp nhất và cao nhất trong việc nhận diện cạnh. Kết quả của hàm này được biểu thị như Hình 2.3 ở bên dưới với Hình 2.3a là ảnh nhị phân đầu vào, và Hình 2.3b là ảnh có chứa cạnh đã được nhận diện từ ảnh nhị phân đầu vào.

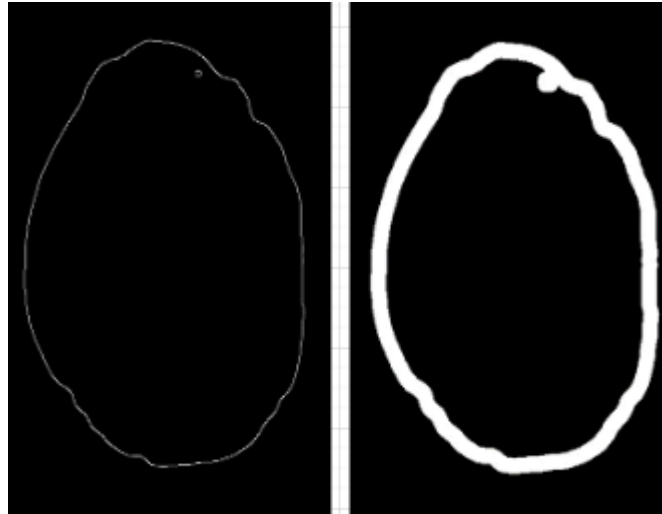


a/ Ảnh nhị phân

b/ Ảnh được nhận diện cạnh

Hình 2.3 Ảnh xoài từ ảnh nhị phân sang ảnh được nhận diện cạnh

Nhưng sẽ có những lúc, cạnh này sẽ bị đứt đoạn, dẫn đến sai sót trong quá trình xử lý ảnh, nên ta cần làm cho cạnh này được liền lại với nhau. Để làm được điều này, ta sẽ dùng hàm làm giãn cạnh ra. Đầu tiên, ta sẽ định nghĩa kích thước để giãn ra, ta sẽ dùng hàm có cú pháp như sau: `kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (19, 19))`. Trong đó (19,19) là kích thước ta cho phép cạnh đó được giãn ra tính theo đơn vị điểm ảnh. `CV2.MORPH_ELLIPSE` là một giá trị được sử dụng để tạo ra một phần tử cấu trúc hình elip. Kích thước giãn nở này được lưu vào biến `kernel` để sử dụng trong hàm tiếp theo. Sau đó, để giãn nở cạnh, ta sẽ dùng hàm `morph = cv2.morphologyEx(th, cv2.MORPH_DILATE, kernel)`. Trong đó, biến “th” là ảnh đã được nhận diện cạnh như trên Hình 2.3b, “kernel” là kích thước giãn nở đã được tạo ra từ hàm trước đó, `cv2.MORPH_DILATE` là biến để định nghĩa hàm này sẽ làm giãn ra các cạnh được phát hiện trong ảnh. Từ Hình 2.4a và Hình 2.4b, ta có thể thấy được cạnh đã được giãn ra sau khi đã sử dụng hàm trên.



a/ Ảnh có cạnh

b/ Ảnh có cạnh được làm liền mạch

Hình 2.4 Ảnh xoài có cạnh được làm liền mạch

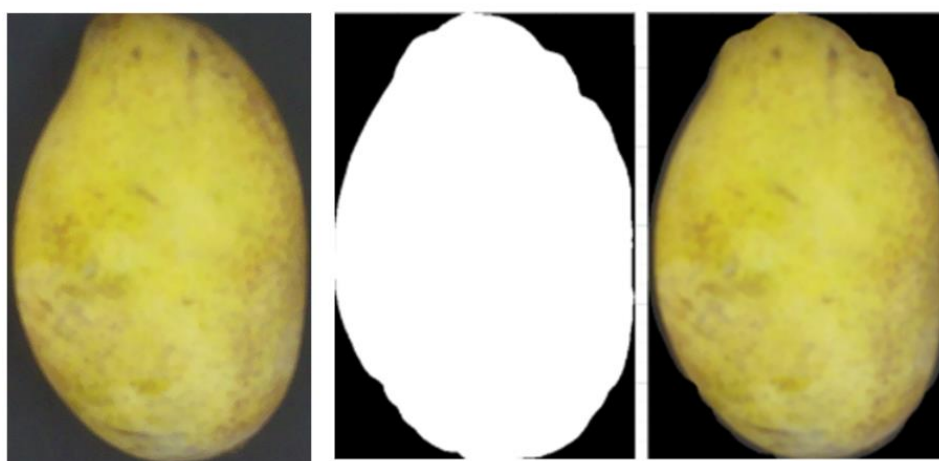
Sau khi đã có được cạnh bao quanh trái xoài một cách hoàn chỉnh, ta sẽ tạo ra vùng chứa trái xoài, bằng cách lấy những điểm ảnh nằm bên trong đường viền đó. Ta sẽ tiến hành dùng hàm với cú pháp như sau: `cv2.drawContours(mask, [pts], -1, (255,255,255), -1, cv2.LINE_AA)`. Trong đó, `mask` là ảnh màu đen hoàn toàn, `[pts]` là tập hợp chứa những điểm mà tạo nên đường viền đó, giá trị “-1” thuộc thông số thứ ba của hàm nhằm biểu thị số thứ tự của đường viền, tại đây giá trị đó là “-1”, nên ta sẽ lấy hết tất cả đường viền trong danh sách những đường viền đã được nhận diện, `(255,255,255)` là mã của màu trắng, giá trị “-1” thuộc thông số thứ năm của hàm nhằm biểu thị cho độ dày của đường viền mà hàm sẽ vẽ ra, nhưng tại đây giá trị là “-1”, là một số âm, nên hàm sẽ tô màu cho tất cả những điểm ảnh nằm ở bên trong đường viền, `cv2.LINE_AA` là biến giúp cho hàm xử lý tốt hơn ở những khúc cong của đường viền. Sau khi sử dụng hàm này, ta sẽ cho ra kết quả như Hình 2.5, với Hình 2.5a là ảnh chứa đường viền, Hình 2.5b là ảnh chứa phần vùng của trái xoài.



a/ Cạnh bao phủ xoài b/ Phần vùng quả xoài

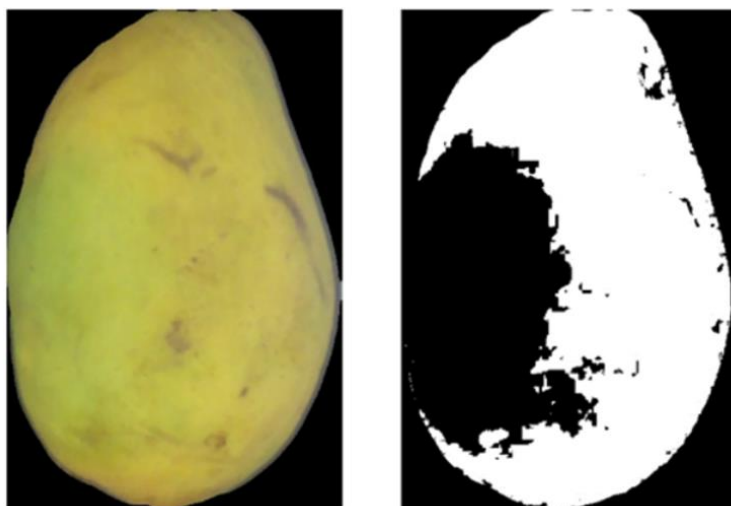
Hình 2.5 Cạnh bao phủ xoài và phần vùng quả xoài

Từ Hình 2.5b trên, ta có vùng màu đen trên ảnh tượng trưng cho giá trị 0, vùng màu trắng tượng trưng cho giá trị 1. Chính vì thế ta sẽ làm phép tính “and” cho ảnh gốc với Hình 2.5b, ta sẽ cắt được trái xoài ra từ ảnh gốc. Ta sẽ dùng hàm làm phép “and” cho ảnh với cú pháp như sau: `dst = cv2.bitwise_and(cropped, cropped, mask=mask)`. Trong đó “cropped” là ảnh gốc, “masks” là ảnh chứa phân vùng của trái xoài, “dst” là ảnh ta sẽ thu được. Sau khi thực thi với hàm đó, ta được kết quả như Hình 2.6. Trong đó Hình 2.6a là ảnh gốc, Hình 2.6b là ảnh chứa phân vùng của trái xoài, Hình 2.6c là trái xoài đã được cắt ra từ ảnh.



a/ Ảnh xoài gốc b/ Phần vùng quả xoài c/ Xoài được cắt

Hình 2.6 Phần vùng quả xoài và xoài được cắt



a/ Ảnh gốc

b/ Phần vùng màu vàng

Hình 2.8 Xoài được nhận diện màu vàng

2.3. Phân loại độ chín của xoài dựa vào màu sắc

2.3.1. Xoài cát chu

Ở đề tài này, hệ thống sẽ phân loại ra bốn độ chín cho xoài cát chu, bao gồm sống, chín cấp độ một, chín cấp độ hai, chín hoàn toàn. Để biết được màu sắc của trái xoài có liên hệ như thế nào với độ chín, nhóm đó tiến hành chụp một trăm tám hình cho xoài cát chu, với bốn mức độ chín khác nhau, từng mức độ chín sẽ có hai mươi năm tấm, sau đó nhóm sẽ thử nhận diện phần màu vàng và màu xanh trên từng bức hình, sau đó tính diện tích bao phủ trên hình của từng màu, rồi chia tỷ lệ diện tích bao phủ của hai màu đó, từ đó biết được màu sắc của xoài có liên hệ như thế nào với độ chín của xoài. Đối với loại xoài này, khi duyệt qua từng điểm ảnh, điểm ảnh đó sẽ được nhận diện như là màu vàng nếu chỉ số Hue nằm trong khoảng từ 20 đến 27, chỉ số Saturation nằm trong khoảng 50 đến 255, chỉ số Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255. Điểm ảnh đó sẽ được nhận diện như là màu xanh nếu chỉ số Hue nằm trong khoảng từ 27.1 đến 60, chỉ số Saturation nằm trong khoảng 50 đến 255, chỉ số Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255.

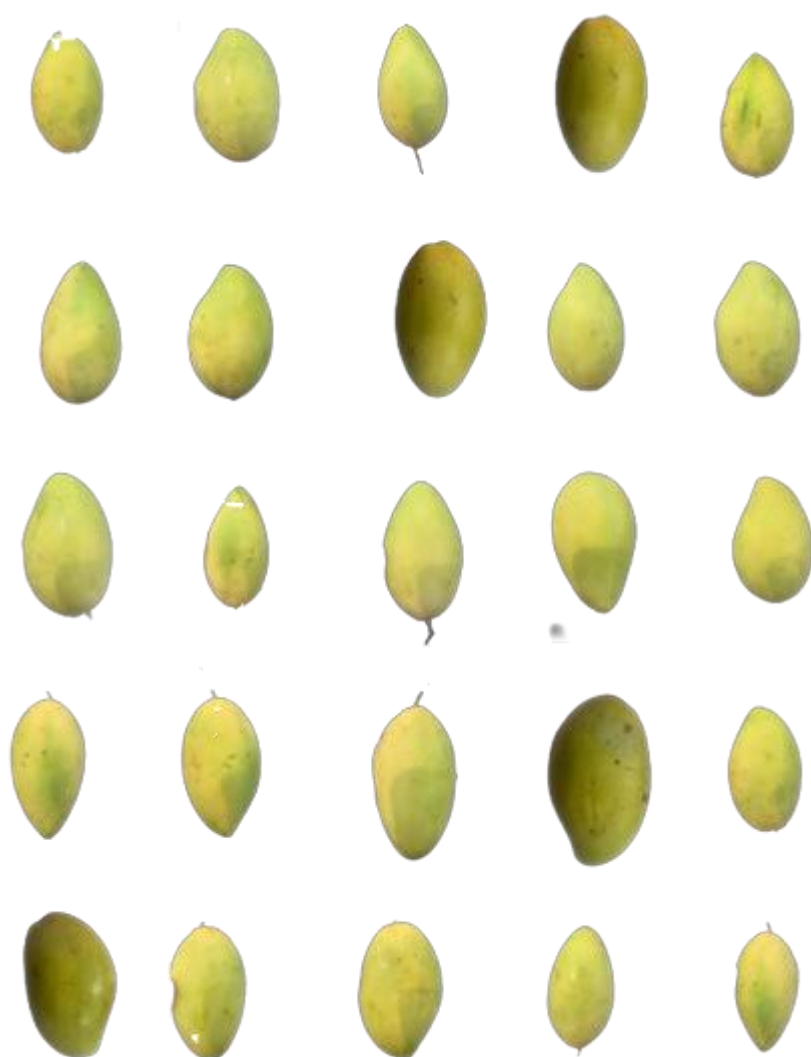


Hình 2.9 Tập 25 hình xoài cát chu sống

Ở Hình 2.9 trên, ta có hai mươi lăm hình ảnh xoài cát chu sống, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.1. Ta có thể thấy phần màu xanh chiếm áp đảo so với phần màu vàng, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu xanh chiếm nhiều hơn mười lần so với phần màu vàng trên trái xoài, ta sẽ cho ra kết quả là xoài sống.

Bảng 2.1 Nhận diện màu xoài cát chu sống

STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh	STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh
1	137	93935	0.0014	14	79	116851	0.0006
2	197	87922	0.0022	15	91	108485	0.0008
3	48	125523	0.0003	16	34	101238	0.0003
4	56	129126	0.0004	17	92	101073	0.0009
5	52	127036	0.0004	18	28	112289	0.0002
6	143	124568	0.0011	19	57	97824	0.0006
7	81	122858	0.0006	20	22	98632	0.0002
8	126	115802	0.0010	21	784	119889	0.0065
9	420	130543	0.0032	22	938	100764	0.0093
10	203	127801	0.0015	23	838	101453	0.0082
11	273	128317	0.0021	24	720	97492	0.0073
12	208	109071	0.0019	25	49	82748	0.0005
13	286	122837	0.0023				



Hình 2.10 Tập 25 hình xoài cát chu chín cấp độ một

Tiếp theo ở Hình 2.10 trên, ta có hai mươi lăm tấm ảnh xoài cát chu chín cấp độ một, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.2. Ta có thể thấy phần màu xanh vẫn chiếm diện tích nhiều hơn so với phần màu vàng, nhưng không quá nhiều. Tỷ lệ phần màu xanh so với phần màu vàng cao nhất là gần tám lần, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu xanh nhiều hơn phần màu vàng, và phần màu xanh chiếm không quá phần màu vàng mười lần, thì ta sẽ cho ra kết quả đó là xoài chín cấp độ một.

Bảng 2.2 Nhận diện màu xoài cát chu chín cấp độ một

STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh	STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh
1	35141	93302	0.3766	14	36884	63255	0.5831
2	11197	60278	0.1858	15	13243	51136	0.259
3	9268	71965	0.1288	16	29801	33807	0.8815
4	11283	60660	0.186	17	51779	62838	0.824
5	21965	53148	0.4133	18	40645	61449	0.6614
6	16185	73547	0.2201	19	13103	45794	0.2861
7	12024	63011	0.1908	20	20361	52544	0.3875
8	31782	49456	0.6426	21	20285	50561	0.4012
9	42769	44671	0.9574	22	13629	45794	0.3122
10	33943	61535	0.5516	23	8955	48569	0.1844
11	31731	41996	0.7556	24	17246	46634	0.3698
12	15632	41695	0.3749	25	33535	62236	0.5388
13	25298	59684	0.4239				



Hình 2.11 Tập 25 hình xoài cát chu chín cấp độ hai

Tiếp theo ở Hình 2.11 trên, ta có hai mươi lăm tấm ảnh xoài cát chu chín cấp độ hai, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.3. Ta có thể thấy phần màu vàng chiếm diện tích nhiều hơn so với phần màu xanh, nhưng không quá nhiều. Tỷ lệ phần màu vàng so với phần màu xanh cao nhất là gần tám lần, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu vàng nhiều hơn phần màu xanh, và phần màu vàng chiếm không quá phần màu xanh mười lần, thì ta sẽ cho ra kết quả đó là xoài chín cấp độ hai.

Bảng 2.3 Nhận diện màu xoài cát chu chín cấp độ hai

STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh	STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh
1	50614	24264	2.086	14	55724	21942	2.5396
2	60317	43725	1.3795	15	55281	23467	2.3557
3	48134	23789	2.0234	16	58076	11798	4.9225
4	42758	29869	1.4315	17	58233	19062	3.0549
5	41228	32262	1.2779	18	64265	11868	5.415
6	61931	29725	2.0835	19	54887	20821	2.6361
7	54637	18326	2.9814	20	64938	15539	4.179
8	48864	48509	1.0073	21	53931	45173	1.1939
9	55529	10985	5.055	22	94163	12374	7.6097
10	45394	14840	3.0589	23	57852	18882	3.0639
11	58914	15058	3.9125	24	57228	17587	3.254
12	48816	28331	1.7231	25	40910	33641	1.2161
13	43242	39046	1.1075				



Hình 2.12 Tập 25 hình xoài cát chu chín hoàn toàn

Cuối cùng ở Hình 2.12, ta có hai mươi lăm hình ảnh xoài cát chu chín hoàn toàn, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.4. Ta có thể thấy phần màu vàng chiếm áp đảo so với phần màu xanh, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu vàng chiếm nhiều hơn mười lần so với phần màu xanh trên trái xoài, ta sẽ cho ra kết quả là xoài chín hoàn toàn.

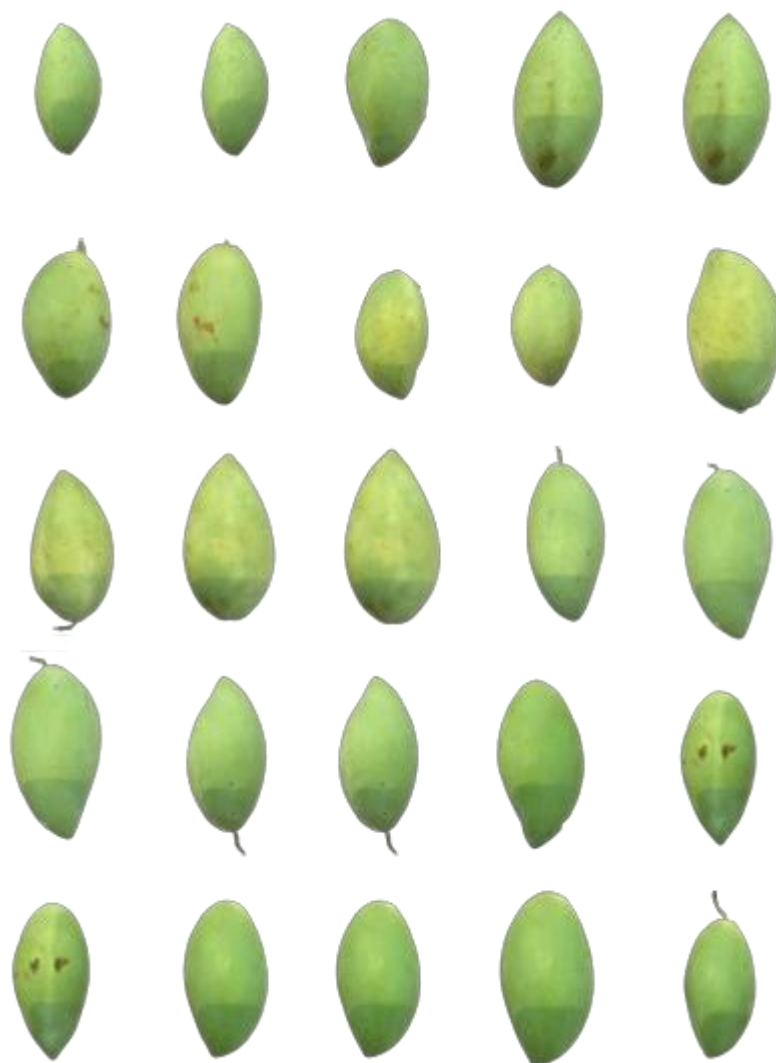
Bảng 2.4 Nhận diện màu xoài cát chu chín hoàn toàn

STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh	STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh
1	94206	50	1884.12	14	80428	58	1386.6897
2	107716	64	1683.06	15	111663	61	1830.541
3	104768	82	1277.65	16	113255	81	1398.2099
4	99241	75	1323.21	17	56304	26	2165.5385
5	82013	78	1051.44	18	85643	332	257.9608
6	80672	134	602.03	19	70567	39	1809.4103
7	69439	35	1983.97	20	37836	286	132.2937
8	97680	48	2035	21	102702	1099	93.4504
9	88822	165	538.3152	22	80338	63	1275.2063
10	57835	49	1180.3061	23	69634	39	1785.4872
11	80571	25	3222.84	24	79538	55	1446.14
12	109028	98	1112.53	25	74989	39	1922.7949
13	57883	80	723.5375				

2.3.2. Xoài cát Hòa Lộc

Hệ thống cũng sẽ phân loại ra bốn độ chín cho xoài cát Hòa Lộc, bao gồm sống, chín cấp độ một, chín cấp độ hai, chín hoàn toàn. Để biết được màu sắc của trái xoài có liên hệ như thế nào với độ chín, nhóm đã tiến hành chụp một trăm tám hình cho xoài cát Hòa Lộc, với bốn mức độ chín khác nhau, từng mức độ chín sẽ có hai mươi năm tám, sau đó nhóm sẽ thử nhận diện phần màu vàng và màu xanh trên từng bức hình, sau đó tính diện tích bao phủ trên hình của từng màu, rồi chia tỷ lệ

diện tích bao phủ của hai màu đó, từ đó biết được màu sắc của xoài có liên hệ như thế nào với độ chín của xoài. Đối với loại xoài này, khi duyệt qua từng điểm ảnh, điểm ảnh đó sẽ được nhận diện như là màu vàng nếu chỉ số Hue nằm trong khoảng từ 20 đến 28, chỉ số Saturation nằm trong khoảng 50 đến 255, chỉ số Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255. Điểm ảnh đó sẽ được nhận diện như là màu xanh nếu chỉ số Hue nằm trong khoảng từ 28.1 đến 60, chỉ số Saturation nằm trong khoảng 50 đến 255, chỉ số Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255.



Hình 2.13 Tập 25 hình xoài cát Hòa Lộc sống

Ở Hình 2.13 trên, ta có hai mươi lăm hình ảnh xoài cát Hòa Lộc sống, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả

được thể hiện như ở Bảng 2.5. Ta có thể thấy phần màu xanh chiếm áp đảo so với phần màu vàng, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu xanh chiếm nhiều hơn mười lần so với phần màu vàng trên trái xoài, ta sẽ cho ra kết quả là xoài sống.

Bảng 2.5 Nhận diện màu xoài cát Hòa Lộc sống

STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh	STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh
1	217	60628	0.0035	14	881	99899	0.0088
2	316	102683	0.0030	15	76	97273	0.00078
3	273	86691	0.0031	16	497	90326	0.0055
4	336	97802	0.0034	17	736	80304	0.0091
5	46	103006	0.0004	18	713	66717	0.0106
6	448	76605	0.0058	19	363	88163	0.0041
7	375	95598	0.0039	20	930	103576	0.0089
8	601	80114	0.0075	21	482	75459	0.0063
9	711	78826	0.0090	22	829	103718	0.0079
10	555	79292	0.0069	23	2131	107084	0.0199
11	111	95905	0.0011	24	58	68853	0.0008
12	725	74139	0.0097	25	534	62966	0.0084
13	479	76402	0.0062				

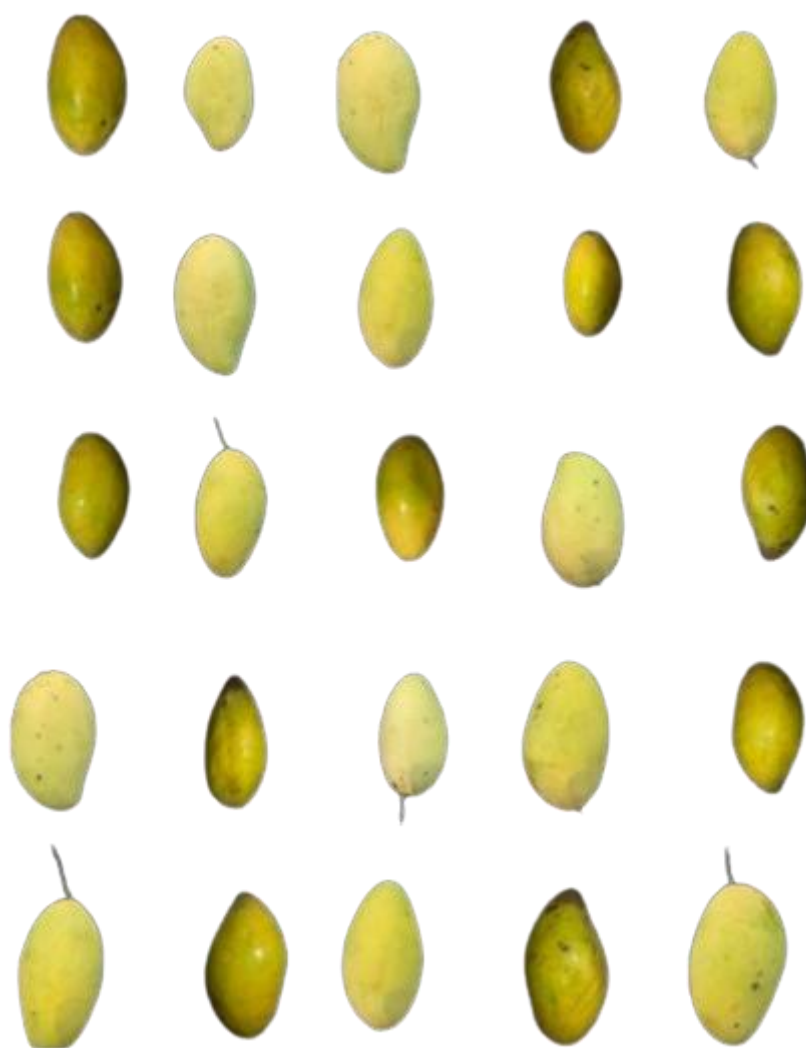


Hình 2.14 Tập 25 hình xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một

Tiếp theo ở Hình 2.14 trên, ta có hai mươi lăm tấm ảnh xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.6. Ta có thể thấy phần màu xanh vẫn chiếm diện tích nhiều hơn so với phần màu vàng, nhưng không quá nhiều. Tỷ lệ phần màu xanh so với phần màu vàng cao nhất là gần mười lần, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu xanh nhiều hơn phần màu vàng, và phần màu xanh chiếm không quá phần màu vàng mười lần, thì ta sẽ cho ra kết quả đó là xoài chín cấp độ một.

Bảng 2.6 Nhận diện màu xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một

STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh	STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh
1	10602	63818	0.1661	14	46586	67630	0.6888
2	31658	62853	0.5037	15	55892	61689	0.906
3	13184	65262	0.202	16	28570	91597	0.3119
4	42315	44583	0.9491	17	41878	44237	0.9467
5	35701	38892	0.918	18	22795	58761	0.3879
6	33941	45641	0.7437	19	39036	49647	0.7863
7	14376	56148	0.256	20	6836	65393	0.1045
8	36842	55036	0.6694	21	6836	65393	0.1045
9	34801	50668	0.6868	22	45607	56208	0.8114
10	14053	80291	0.175	23	36582	56132	0.6517
11	13677	80770	0.1693	24	47820	71195	0.6717
12	26445	55744	0.4744	25	31647	62785	0.5041
13	26325	42274	0.6227				



Hình 2.15 Tập 25 hình xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai

Tiếp theo ở Hình 2.15 trên, ta có hai mươi lăm tấm ảnh xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.7. Ta có thể thấy phần màu vàng chiếm diện tích nhiều hơn so với phần màu xanh, nhưng không quá nhiều. Tỷ lệ phần màu vàng so với phần màu xanh cao nhất là mười lần, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu vàng nhiều hơn phần màu xanh, và phần màu vàng chiếm không quá phần màu xanh mười lần, thì ta sẽ cho ra kết quả đó là xoài chín cấp độ hai.

Bảng 2.7 Nhận diện màu xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai

STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh	STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh
1	91009	16465	5.5274	14	58317	53217	1.0958
2	63886	25658	2.4899	15	57026	39628	1.439
3	60205	22911	2.6278	16	66275	40409	1.6401
4	65178	30501	2.1369	17	54897	33937	1.6176
5	57524	32474	1.7714	18	58221	46383	1.2552
6	43721	32670	1.3383	19	54380	21937	2.4789
7	54874	37700	1.4555	20	67055	6533	10.264
8	56485	40740	1.3865	21	58178	15316	3.7985
9	66204	34904	1.8967	22	72728	12515	5.8113
10	35145	29920	1.1746	23	66371	15150	4.3809
11	57983	54555	1.0628	24	54526	28368	1.9221
12	69838	38943	4.6671	25	81505	21862	3.7282
13	63251	53217	1.6242				



Hình 2.16 Tập 25 hình xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn

Cuối cùng ở Hình 2.16, ta có hai mươi lăm hình ảnh xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.8. Ta có thể thấy phần màu vàng chiếm áp đảo so với phần màu xanh, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu vàng chiếm nhiều hơn mười lần so với phần màu xanh trên trái xoài, ta sẽ cho ra kết quả là xoài chín hoàn toàn.

Bảng 2.8 Nhận diện màu xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn

STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh	STT	Diện tích vàng	Diện tích xanh	Tỷ lệ vàng/xanh
1	42962	35	1227.4857	14	70233	97	724.0515
2	85121	89	956.4157	15	4964	47	105.617
3	37950	38	998.6842	16	6908	40	172.7
4	62467	67	932.3433	17	29321	58	505.5345
5	39690	52	763.2692	18	40927	31	1320.2258
6	73557	113	650.9469	19	13891	41	338.8049
7	70559	74	953.5	20	37516	56	669.9286
8	59331	84	706.3214	21	72537	62	1169.9516
9	60561	56	1081.4464	22	52018	80	650.225
10	26902	45	597.8222	23	47181	60	786.35
11	59639	74	805.9324	24	37714	46	819.8696
12	87910	64	1373.5938	25	76723	78	983.6282
13	76583	54	1418.2037				

2.3.3. Xoài cát chu vàng

Hệ thống cũng sẽ phân loại ra bốn độ chín cho xoài cát chu vàng, bao gồm sồng, chín cấp độ một, chín cấp độ hai, chín hoàn toàn. Để biết được màu sắc của trái xoài có liên hệ như thế nào với độ chín, nhóm đã tiến hành chụp một trăm tám hình cho xoài cát chu vàng, với bốn mức độ chín khác nhau, từng mức độ chín sẽ có hai mươi năm tấm, sau đó nhóm sẽ thử nhận diện phần màu vàng nhạt, màu vàng nhạt vừa, màu vàng đậm vừa và màu vàng đậm trên từng bức hình, sau đó tính diện

tích bao phủ trên hình của từng màu, sau đó tìm ra mối liên hệ giữa diện tích của những loại màu vàng này với độ chín của xoài cát chu vàng. Khi nhận diện màu trên bề mặt trái xoài của xoài cát chu vàng, ta sẽ duyệt qua từng điểm ảnh. Nếu điểm ảnh đó có giá trị Hue nằm trong khoảng từ 20 đến 34, và giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được nhận diện là màu vàng. Nếu điểm ảnh đó cũng có giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 0 đến 100, thì điểm ảnh đó được nhận diện là màu vàng nhạt. Nếu điểm ảnh đó có giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 100 đến 150, thì điểm ảnh đó được nhận diện là màu vàng nhạt vừa. Nếu điểm ảnh đó có giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 150 đến 200, thì điểm ảnh đó được nhận diện là màu vàng đậm vừa. Nếu điểm ảnh đó có giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 200 đến 255, thì điểm ảnh đó được nhận diện là màu vàng đậm.

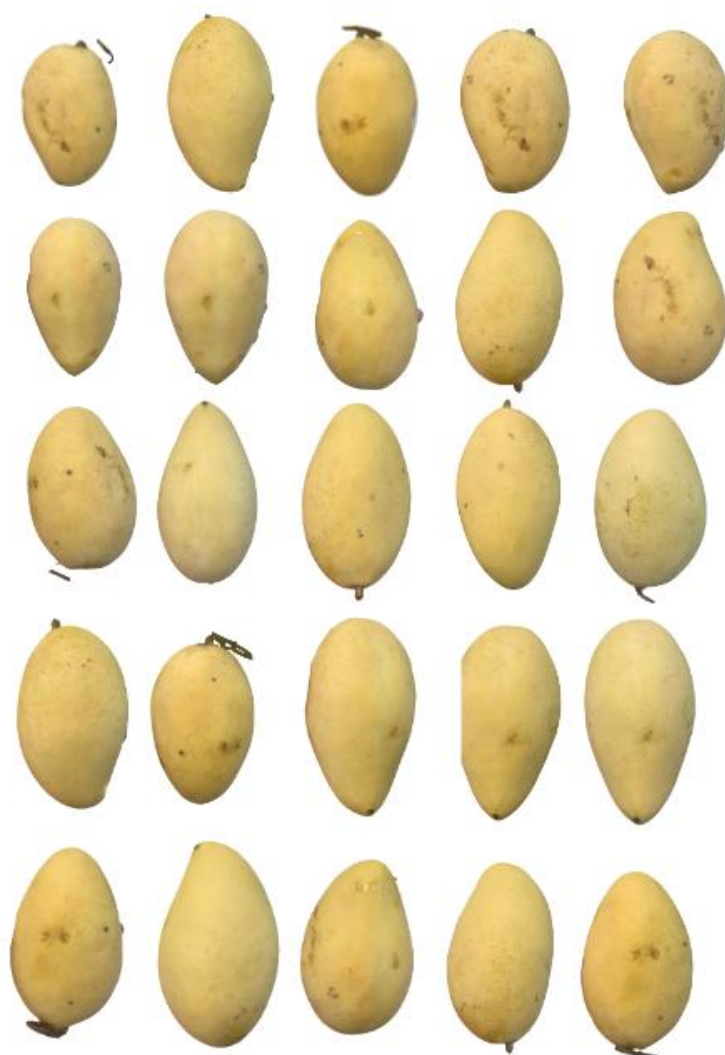


Hình 2.17 Tập 25 hình xoài cát chu vàng sống

Ở Hình 2.17 trên, ta có hai mươi lăm hình ảnh xoài cát chu vàng sống, ta sẽ tiến hành nhận diện bốn loại màu vàng được nêu trên cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.9. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng nhạt chiếm áp đảo so với các màu vàng còn lại, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu vàng nhạt có diện tích lớn nhất so với các phần màu vàng còn lại trên trái xoài, ta sẽ cho ra kết quả là xoài sống.

Bảng 2.9 Nhận diện màu xoài cát chu vàng sống

STT	Diện tích vàng nhạt	Diện tích vàng nhạt vừa	Diện tích vàng đậm vừa	Diện tích vàng đậm	STT	Diện tích vàng nhạt	Diện tích vàng nhạt vừa	Diện tích vàng đậm vừa	Diện tích vàng đậm
1	43253	10	0	1	14	52843	139	0	4
2	68589	214	0	4	15	54370	120	1	0
3	65796	208	0	0	16	52311	12	0	0
4	53323	5	0	1	17	57167	132	2	4
5	60804	6	0	0	18	41352	0	0	1
6	53561	1	0	0	19	52425	2	0	2
7	54937	0	0	0	20	56832	2	0	2
8	46450	2	0	0	21	35036	1	0	0
9	40240	0	0	1	22	71297	191	0	2
10	32093	1	0	0	23	44991	3	0	1
11	35531	3	0	2	24	63996	273	6	3
12	47234	18	0	0	25	50142	192	1	2
13	46531	2	0	0					

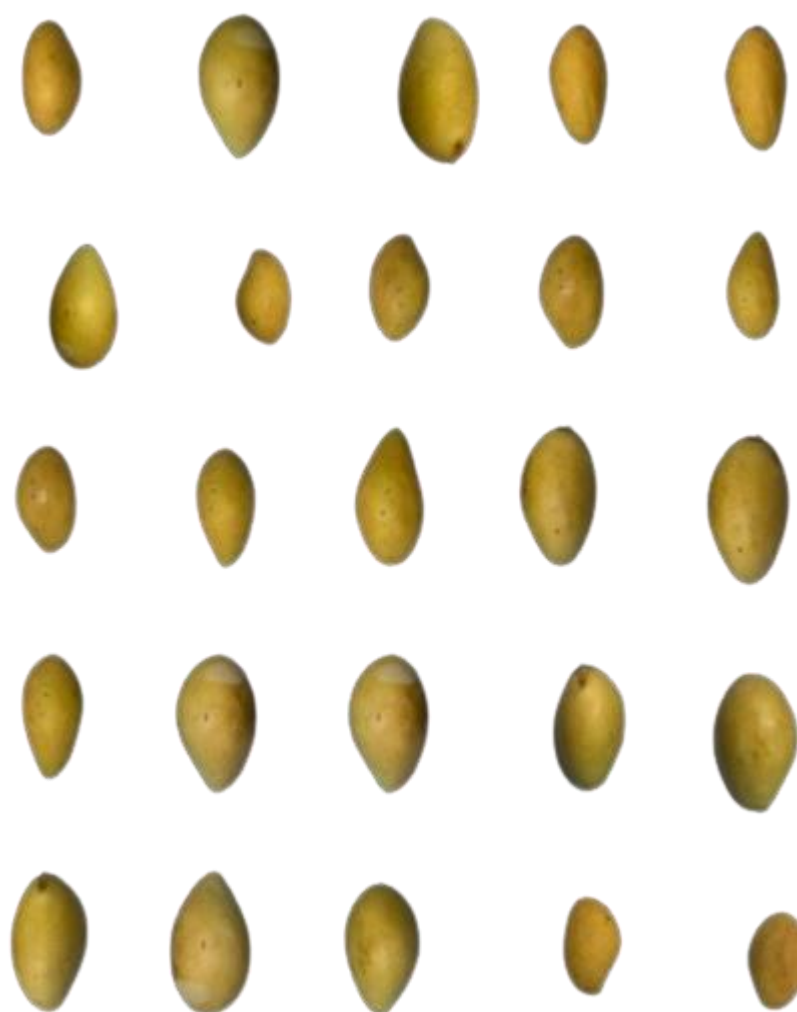


Hình 2.18 Tập 25 hình xoài cát chu vàng chín cấp độ một

Ở Hình 2.18 trên, ta có hai mươi lăm hình ảnh xoài cát chu vàng chín cấp độ một, ta sẽ tiến hành nhận diện bốn loại màu vàng được nêu trên cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.10. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng nhạt vừa chiếm nhiều hơn so với các màu vàng còn lại, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu vàng nhạt vừa có diện tích lớn nhất so với các phần màu vàng còn lại trên trái xoài, ta sẽ cho ra kết quả là xoài chín cấp độ một.

Bảng 2.10 Nhận diện màu xoài cát chu vàng chín cấp độ một

STT	Diện tích vàng nhạt	Diện tích vàng nhạt vừa	Diện tích vàng đậm vừa	Diện tích vàng đậm	STT	Diện tích vàng nhạt	Diện tích vàng nhạt vừa	Diện tích vàng đậm vừa	Diện tích vàng đậm
1	2979	53629	1786	9	14	20866	32080	14	1
2	1427	39216	229	5	15	2539	44574	683	4
3	4560	43254	380	2	16	1440	52017	4909	140
4	1377	34659	10298	18	17	1696	48278	4575	39
5	739	31646	14790	28	18	1000	48713	1366	7
6	2582	64275	767	5	19	1393	44393	33166	101
7	36233	42548	70	4	20	4211	57109	2928	1
8	2300	52853	1577	1	21	8450	51055	1059	2
9	2724	54409	297	6	22	8265	49812	1170	1
10	1053	58003	2682	7	23	11038	54429	728	6
11	310	67312	8537	125	24	2576	46218	5230	5
12	1309	50772	23345	27	25	1233	40674	5151	5
13	15237	47563	322	9					

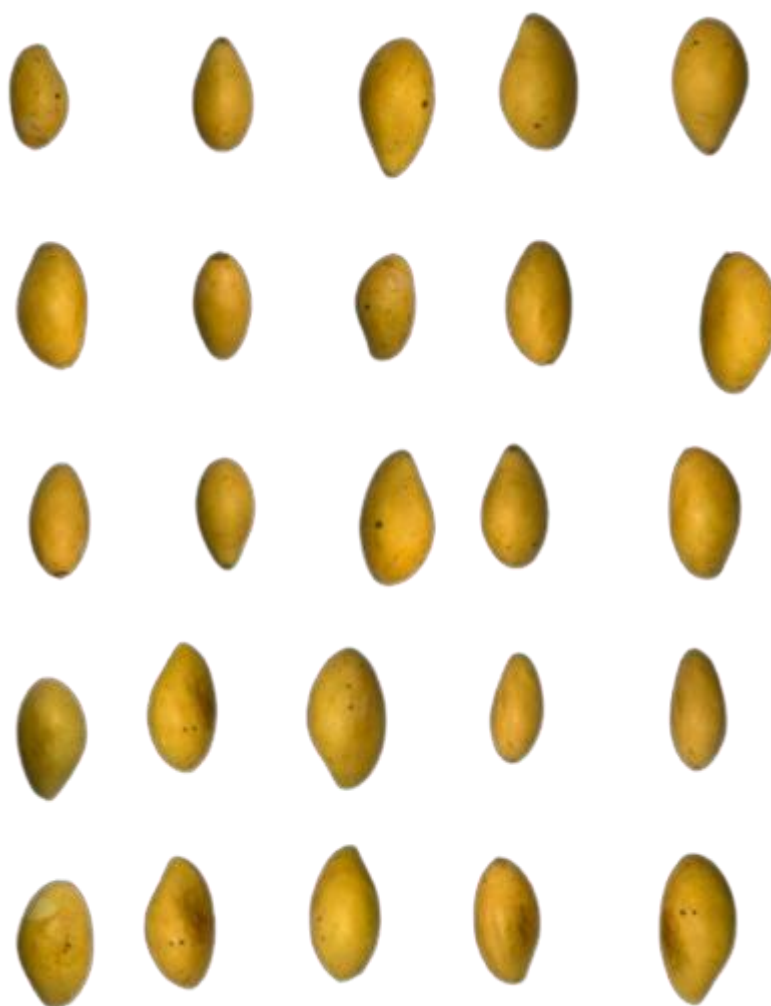


Hình 2.19 Tập 25 hình xoài cát chu vàng chín cấp độ hai

Tiếp theo ở Hình 2.19 trên, ta có hai mươi lăm hình ảnh xoài cát chu vàng chín cấp độ hai, ta sẽ tiến hành nhận diện bốn loại màu vàng được nêu trên cho hai mươi lăm tám hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.11. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng đậm vừa chiếm nhiều hơn so với các màu vàng còn lại, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu vàng đậm vừa có diện tích lớn nhất so với các phần màu vàng còn lại trên trái xoài, ta sẽ cho ra kết quả là xoài chín cấp độ hai.

Bảng 2.11 Nhận diện màu xoài cát chu vàng chín cấp độ hai

STT	Diện tích vàng nhạt	Diện tích vàng nhạt vừa	Diện tích vàng đậm vừa	Diện tích vàng đậm	STT	Diện tích vàng nhạt	Diện tích vàng nhạt vừa	Diện tích vàng đậm vừa	Diện tích vàng đậm
1	265	1625	21752	18336	14	4380	15234	47033	9155
2	427	2364	23500	11937	15	5047	30559	42610	124
3	379	3000	29893	11972	16	3269	13765	43748	7798
4	505	2482	27315	17022	17	227	1062	21325	13967
5	489	2819	29595	29550	18	306	1432	14401	1821
6	2604	8565	43324	15765	19	586	4701	39485	34237
7	2617	8291	45762	14799	20	224	1168	23903	16879
8	580	3172	29631	19306	21	592	3152	31473	29931
9	4047	25793	34373	6124	22	699	3113	30096	25069
10	6463	30956	41669	19	23	285	1539	20725	12415
11	5673	7281	42835	5757	24	630	3089	26592	14227
12	3055	17037	42355	11364	25	390	2707	28950	18070
13	6272	10489	46295	7427					



Hình 2.20 Tập 25 hình xoài cát chu vàng chín hoàn toàn

Cuối cùng ở Hình 2.20 trên, ta có hai mươi lăm hình ảnh xoài cát chu vàng chín cấp độ hai, ta sẽ tiến hành nhận diện bốn loại màu vàng được nêu trên cho hai mươi lăm tấm hình trên, kết quả được thể hiện như ở Bảng 2.12. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng đậm chiếm nhiều hơn so với các màu vàng còn lại, từ đó ta rút ra kết luận rằng nếu phần màu vàng đậm có diện tích lớn nhất so với các phần màu vàng còn lại trên trái xoài, ta sẽ cho ra kết quả là xoài chín hoàn toàn.

Bảng 2.12 Nhận diện màu xoài cát chu vàng chín hoàn toàn

STT	Diện tích vàng nhạt	Diện tích vàng nhạt vừa	Diện tích vàng đậm vừa	Diện tích vàng đậm	STT	Diện tích vàng nhạt	Diện tích vàng nhạt vừa	Diện tích vàng đậm vừa	Diện tích vàng đậm
1	216	852	10497	29193	14	630	5802	20688	41675
2	137	546	6590	65151	15	151	1008	9706	49925
3	196	797	6924	34538	16	93	990	16611	42324
4	391	1340	8921	32360	17	121	717	10908	36690
5	104	747	5037	54882	18	222	1085	9993	53141
6	118	955	9262	42009	19	123	1050	6143	64716
7	245	1278	7735	55518	20	226	863	10790	55131
8	425	3361	25889	30448	21	186	1006	11840	53104
9	269	1075	8650	49128	22	106	1728	8935	53701
10	186	1452	22186	51964	23	206	668	8472	27115
11	72	949	13206	19937	24	163	734	7506	30225
12	277	1054	10106	33616	25	140	507	6538	47792
13	309	1249	17708	24729					

2.3.4. So sánh giữa 3 loại xoài

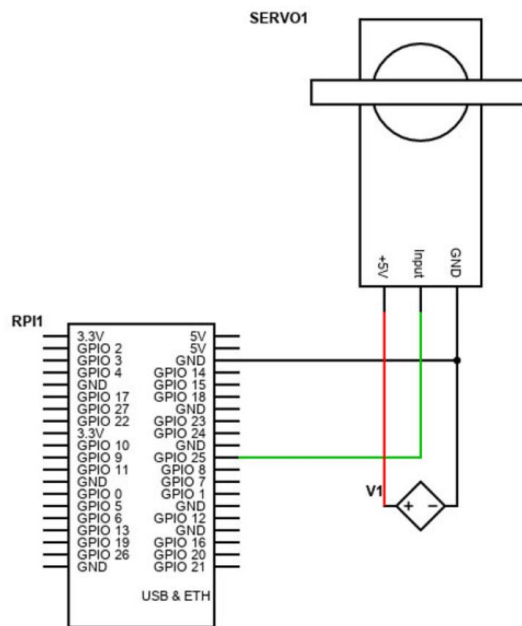
Bảng 2.13 dưới đây sẽ so sánh sự giống nhau giữa ba loại xoài đó là xoài cát chu, xoài cát Hòa Lộc, xoài cát chu vàng trong việc nhận diện màu sắc để đưa ra độ chín của trái.

Bảng 2.13 So sánh ba loại xoài

	Xoài cát chu	Xoài cát Hòa Lộc	Xoài cát chu vàng
Giống nhau	<ul style="list-style-type: none"> - Đồng nhận diện hai phần màu đỏ là màu vàng và màu xanh - Sự liên hệ giữa tỷ lệ màu vàng và màu xanh với độ chín của xoài là như nhau 		<ul style="list-style-type: none"> - Nhận diện độ chín bằng việc nhận diện độ bao phủ của màu vàng nhạt, vàng nhạt vừa, vàng đậm vừa màu vàng đậm trên bề mặt xoài - Diện tích phần màu vàng nào lớn nhất thì xoài tương ứng với độ chín đó
Khác nhau	Giá trị Hue cho màu vàng và màu xanh khi nhận diện lần lượt nằm trong khoảng từ 20 đến 27 và từ 27.1 đến 60	Giá trị Hue cho màu vàng và màu xanh khi nhận diện lần lượt nằm trong khoảng từ 20 đến 28 và từ 28.1 đến 60	

2.4. Servo RC 9G

Servo là 1 động cơ quay, điều khiển các góc quay khác nhau bằng phương pháp điều chỉnh độ rộng của xung. Servo có ba chân, trong đó có hai chân nguồn lần lượt nối với VDD và GND, một chân còn lại sẽ nối với chân GPIO bất kỳ của Raspberry pi để nhận tín hiệu điều khiển, sơ đồ nối chân được biểu thị như ở Hình 2.21.

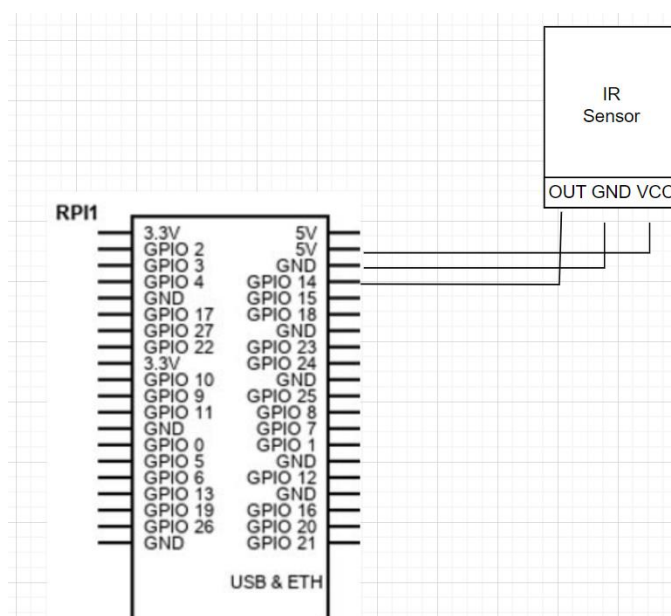


Hình 2.21 Sơ đồ nối chân giữa Raspberrypi và servo

Servo này có góc quay từ 0 độ đến 180 độ, tần số hoạt động là 50Hz. Khi ta điều chỉnh độ rộng của xung, góc quay của servo sẽ thay đổi. Khi độ rộng của xung là 0.5ms, góc quay của servo là 0 độ, khi độ rộng của xung là 1.5ms, góc quay của servo là 90 độ, khi độ rộng xung là 2.5ms, góc quay của servo là 180 độ. Khi quy đổi giá trị độ rộng của xung, ta sẽ được các giá trị lần lượt là 2.5%, 7.5%, 12.5% độ rộng của xung ở tần số 50Hz tương ứng với 0.5ms, 1.5ms, 2.5ms. Khi đó, để điều khiển Raspberry pi gửi tín hiệu điều khiển servo, ta sẽ khai báo biến servo với ký tự như sau: `p = GPIO.PWN(22, 50)`, với `p` là biến servo, 22 là số thứ tự của chân của Raspberry pi, 50 chính là tần số của xung, sau đó ta sẽ dùng hàm có ký tự như sau để điều chỉnh góc quay cho servo: `p.ChangeDutyCycle(x)`. Với `p` chính là biến servo đã được khai báo từ trước, `x` là giá trị độ rộng của xung. Ví dụ với `p.ChangeDutyCycle(2.5)`, tức là góc quay của servo là 0 độ, với `p.ChangeDutyCycle(7.5)`, tức là góc quay của servo là 90 độ, với `p.ChangeDutyCycle(12.5)`, tức là góc quay của servo là 180 độ.

2.5. Cảm biến hồng ngoại

Cảm biến hồng ngoại là thiết bị phát hiện các tín hiệu hồng ngoại ở gần cảm biến. Các vật thể có nhiệt độ trên 0 độ C đều sẽ phát ra tín hiệu hồng ngoại, nên cảm biến này được dùng để nhận diện vật thể ở khoảng cách gần, trong khoảng từ 2-10cm. Cảm biến hồng ngoại có ba chân, trong đó hai chân nguồn được nối lần lượt với VDD và GND. Chân còn lại sẽ nối với GPIO bất kỳ của Raspberry Pi để gửi tín hiệu về con chip. Sơ đồ nối chân được biểu thị như ở Hình 2.22.



Hình 2.22 Sơ đồ nối chân giữa Raspberrypi và cảm biến hồng ngoại

Khi có vật thể đến gần, cảm biến sẽ gửi tín hiệu 0 về Raspberry pi, khi không có vật thể nào ở gần, cảm biến sẽ gửi giá trị 1 về con chip.

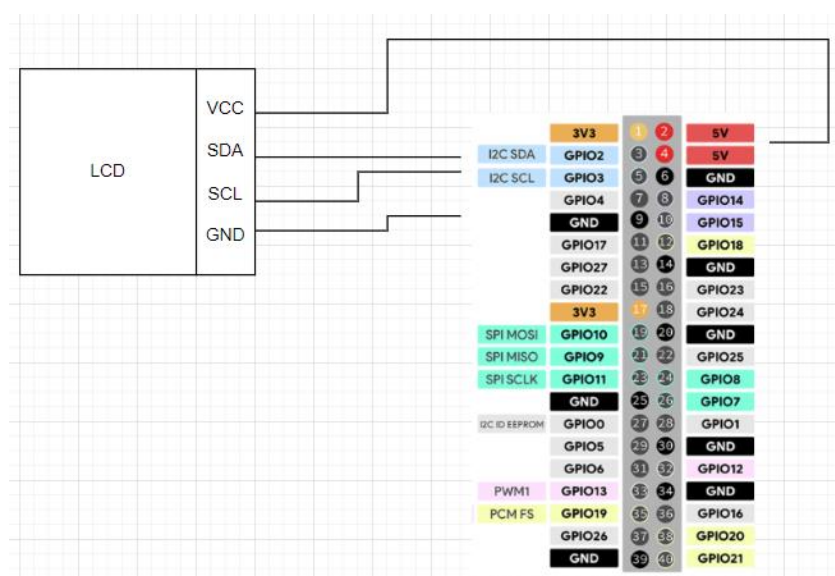
2.6. Nút bấm

Nút bấm hoạt động như một công tắc, khi bấm nút, công tắc sẽ được đóng, khi đó dòng điện được lưu thông, còn khi không bấm nút, công tắc sẽ được mở, khi đó dòng điện sẽ không lưu thông được. Trong hệ thống này, nút bấm có hai chân, chân đầu tiên sẽ được nối với nguồn VCC, chân còn lại sẽ được nối với chân GPIO bất kỳ. Khi nhấn nút, tín hiệu sẽ di chuyển từ VCC đến GPIO, khi đó GPIO sẽ nhận

được tín hiệu “1”. Khi không nhấn nút, tín hiệu sẽ không thể đến với chân GPIO, khi đó GPIO sẽ nhận tín hiệu “0”.

2.7. Màn Hình LCD

Màn hình LCD là thiết bị trình chiếu thông tin lên màn hình, giúp người dùng nhìn rõ cụ thể những gì được trình chiếu. Trong hệ thống này, màn hình LCD có kích thước 20x4, được tích hợp thêm mô-đun I2C, khi đó màn hình LCD có bốn chân, trong đó có hai chân nguồn được nối với VCC và GND. Chân SDA và SCL trên mô-đun I2C sẽ lần lượt nối với chân SDA và SCL của Raspberry Pi. Sơ đồ nối chân được biểu thị như Hình 2.23.

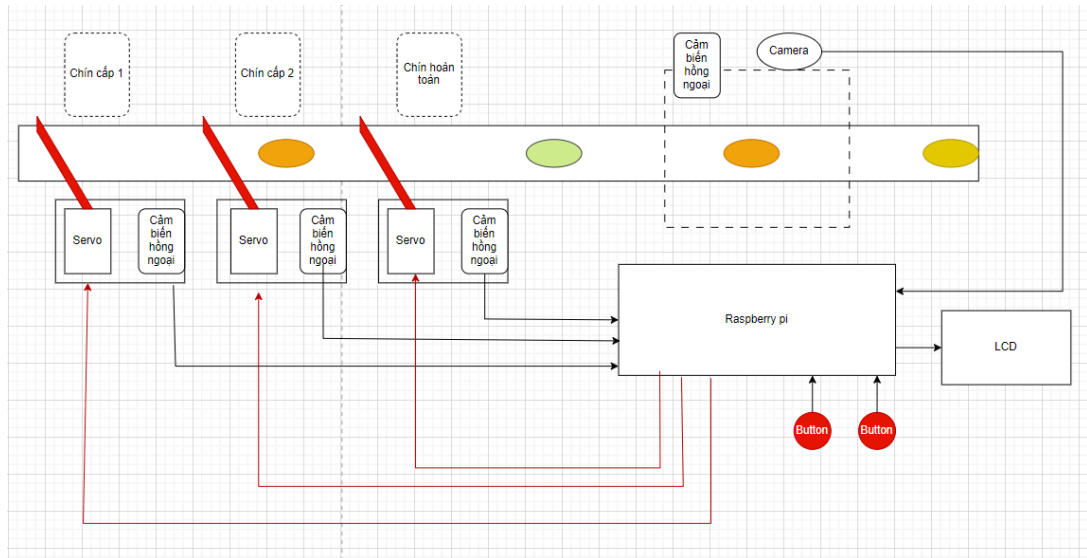


Hình 2.23 Sơ đồ nối chân giữa Raspberry pi và LCD

Để giao tiếp giữa Raspberry pi và màn hình LCD, đầu tiên ra sẽ tải thư viện `RPi_GPIO_i2c_LCD`. Sau đó ta sẽ khai báo biến cho màn hình LCD với ký tự như sau: `lcdDisplay = lcd.HD44780(0x27)`, trong đó `lcd` là một lớp được lấy ra từ thư viện `RPi_GPIO_i2c_LCD`, “0x27” là địa chỉ của mô-đun I2C, `lcdDisplay` là biến của màn hình LCD. Để in ký tự lên màn hình LCD, ta sẽ dùng đoạn mã có ký tự như sau: `lcdDisplay.set(“Hello”, 1)`, trong đó “Hello” là ký tự ta muốn in lên màn hình, “1” chính là số thứ tự của hàng trên màn hình.

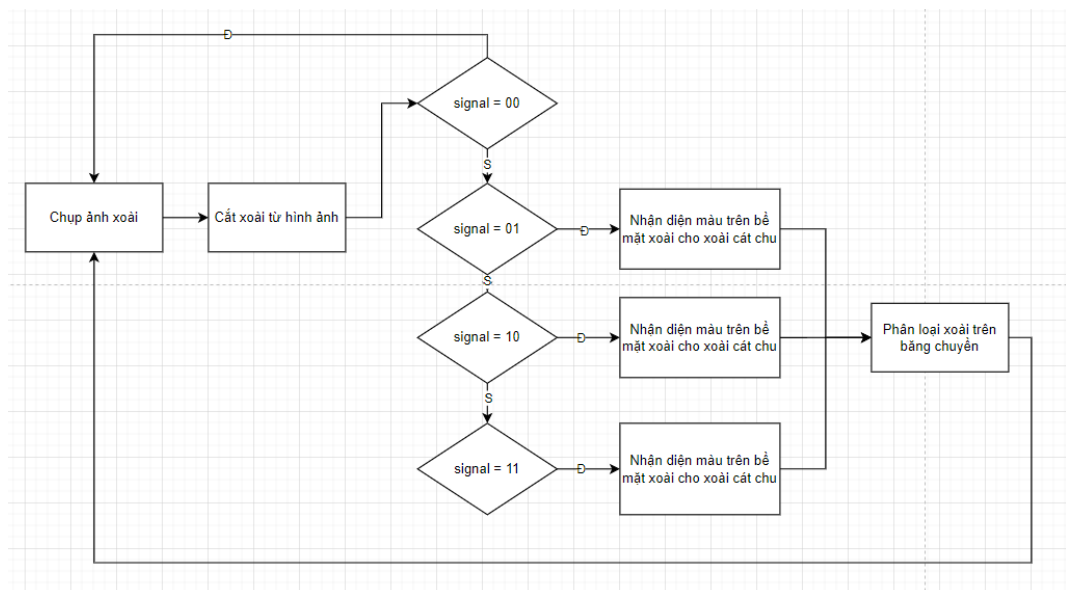
Chương 3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

3.1. Tổng quan về thiết kế hệ thống



Hình 3.1 Sơ đồ khối hệ thống

Hệ thống phần cứng được biểu thị như trong Hình 3.1. Hệ thống có Raspberry pi là bộ xử lý trung tâm. Cách hoạt động của hệ thống được mô tả tổng quát như trong Hình 3.2.



Hình 3.2 Lưu đồ giải thuật của hệ thống

Băng chuyền sẽ di chuyển trái xoài tiến vào buồng chụp hình. Trong buồng chụp sẽ có gắn cảm biến hồng ngoại ở bên cạnh buồng. Khi xoài tới được vị trí cần chụp, cảm biến sẽ nhận diện, gửi tín hiệu cho Raspberry pi, sau đó con chip này sẽ gửi tín hiệu cho Picamera chụp hình trái xoài. Vì hệ thống sẽ phân loại cho ba loại xoài khác nhau, đó là xoài cát chu, xoài cát Hòa Lộc, xoài cát chu vàng, và mỗi lần hệ thống chỉ nhận diện được cho một loại xoài, nên ở đây ta sẽ có hai nút bấm nối với Raspberry pi nhằm biểu hiện cho bốn trạng thái như Bảng 3.1 phía dưới.

Bảng 3.1 Bảng trạng thái hoạt động của hệ thống

Trạng thái	Hành động
00	X
01	Xoài cát chu
10	Xoài cát Hòa Lộc
11	Xoài cát chu vàng

Khi trạng thái là “00”, hệ thống sẽ không phân loại xoài. Khi trạng thái là “01”, hệ thống sẽ tiến hành phân loại xoài cát chu. Khi trạng thái là “10”, hệ thống sẽ phân loại cho xoài cát Hòa Lộc. Khi trạng thái là “11”, hệ thống sẽ phân loại cho xoài cát chu vàng. Sau khi đã xác định được loại xoài cần nhận diện, hệ thống sẽ nhận diện màu sắc trên ảnh xoài đã được cắt. Mỗi loại xoài sẽ có cách nhận diện màu khác nhau. Sau khi đã nhận diện màu, hệ thống sẽ đưa ra kết quả về độ chín của trái xoài.

Khi đã có được kết quả, hệ thống sẽ điều khiển tay gạt trên servo tùy thuộc vào xoài đang chín ở mức độ nào. Nếu xoài sống, chỉ có tay gạt đầu tiên sẽ hạ xuống để điều hướng trái xoài rơi vào thùng đựng ở bên cạnh. Nếu xoài chín cấp độ một, chỉ có tay gạt thứ hai sẽ hạ xuống để điều hướng trái xoài rơi vào thùng bên cạnh. Nếu xoài chín cấp độ hai, chỉ có tay gạt thứ ba sẽ hạ xuống để điều hướng trái xoài rơi vào thùng bên cạnh. Nếu xoài chín hoàn toàn, sẽ không có tay gạt nào được

hạ xuống, khi đó xoài sẽ được băng chuyền di chuyển vào thùng được đặt ở cuối băng chuyền.

Bên cạnh đó, hệ thống cũng sẽ có màn hình LCD để hiển thị số lượng xoài ở từng mức độ chín là bao nhiêu. LCD hiển thị loại xoài nào sẽ phụ thuộc vào trạng thái được mô tả trên bảng 3.1

3.2. Cắt xoài từ hình ảnh.

Khi máy ảnh chụp được hình trái xoài trên băng chuyền, hệ thống sẽ cắt xoài ra từ hình ảnh. Kết quả được biểu diễn ở Hình 3.3 bên dưới, với Hình 3.3a là ảnh xoài được chụp trên băng chuyền, còn Hình 3.3b là ảnh xoài đã được cắt ra từ ảnh.



a/ Ảnh gốc



b/ Xoài được cắt từ ảnh

Hình 3.3 Cắt xoài từ hình ảnh

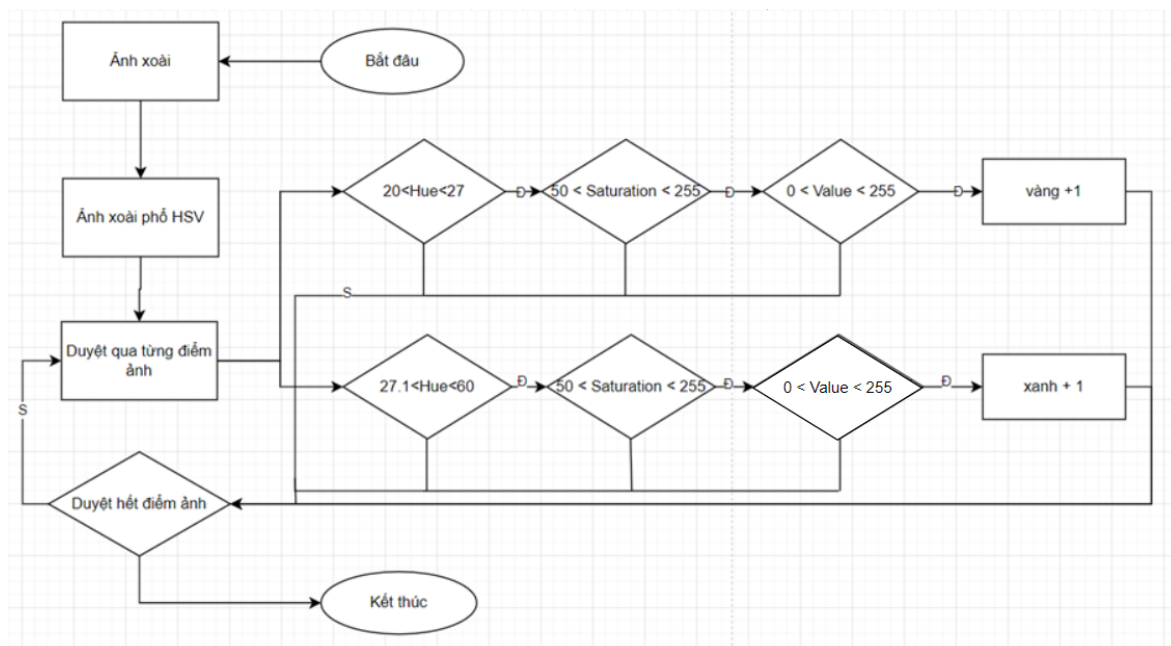
3.3. Nhận diện màu trên bề mặt xoài

Sau khi đã cắt được trái xoài từ hình ảnh trên băng tải, ta sẽ đến với bước tiếp theo, đó là nhận diện màu sắc trên trái xoài, từ màu sắc đó, hệ thống sẽ cho ra kết quả về độ chín của trái xoài.

Hệ thống này sẽ nhận diện cho ba loại xoài, đó là xoài cát chu, xoài cát Hòa Lộc, xoài cát chu vàng. Với mỗi loại xoài, hệ thống sẽ phân ra bốn loại cho bốn mức độ chín khác nhau. Bốn mức độ chín lần lượt là sống, chín cấp độ một, chín cấp độ hai, chín hoàn toàn.

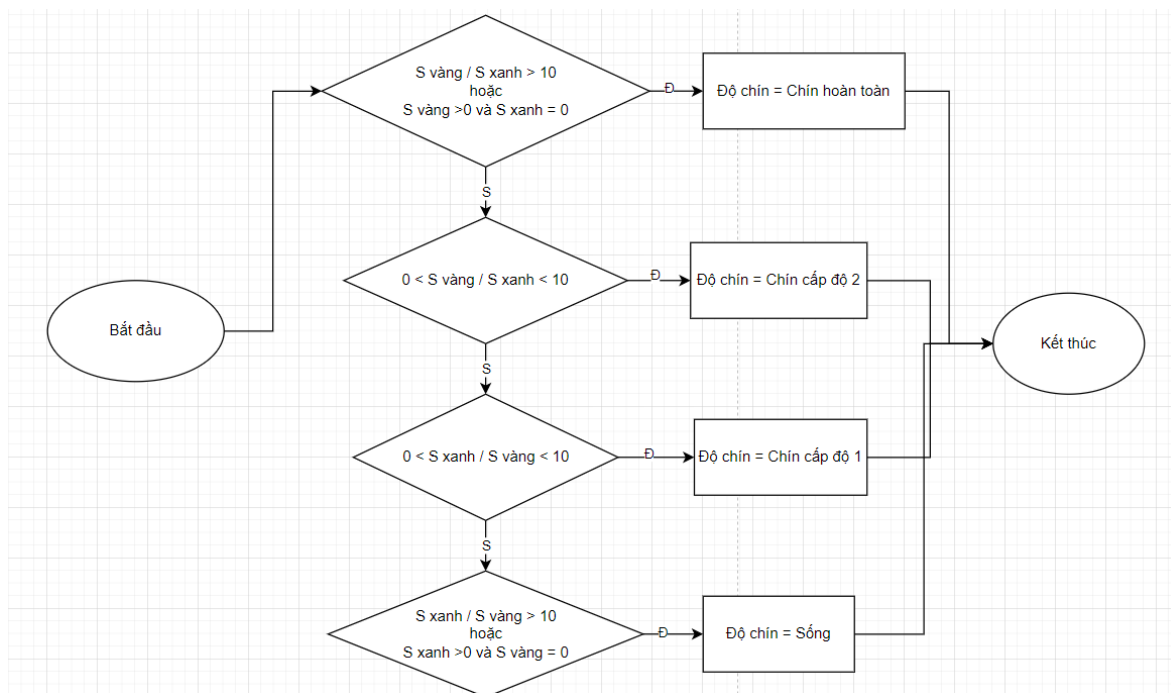
3.3.1. Xoài cát chu

Về phần nhận diện màu sắc của xoài cát chu, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh trên bề mặt quả xoài. Thuật toán để nhận diện màu cho xoài cát chu được biểu thị như ở Hình 3.4. Đầu tiên, ta sẽ chuyển đổi ảnh xoài đã được cắt sang phổ màu HSV. Sau đó, ta sẽ duyệt qua từng điểm ảnh, nếu điểm ảnh nào có giá trị Hue ở trong khoảng 20 đến 27, giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 50 đến 255, giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được xác định là màu vàng. Tương tự, nếu điểm ảnh nào có giá trị Hue ở trong khoảng 27.1 đến 60, giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 50 đến 255, giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được xác định là màu xanh. Sau khi đã duyệt qua hết điểm ảnh ở trên ảnh, ta sẽ có được diện tích của phần màu vàng và phần màu xanh ở trên tấm ảnh.



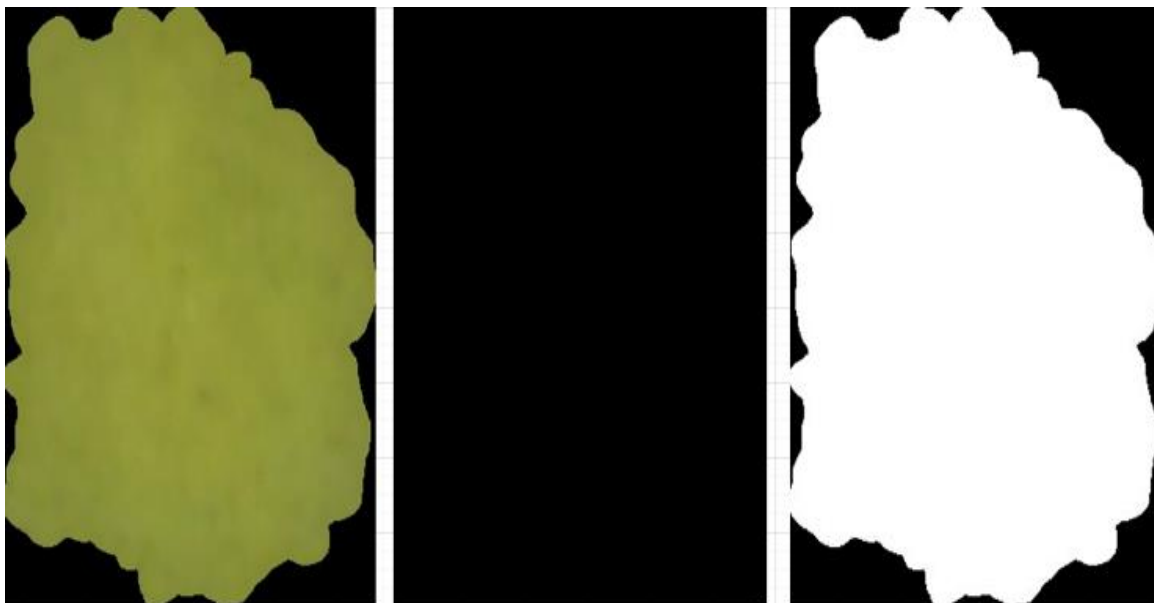
Hình 3.4 Lưu đồ giải thuật nhận diện màu cho xoài cát chu

Khi đã có được diện tích phần màu vàng và phần màu xanh ở trên tấm ảnh, ta sẽ đưa ra kết quả về độ chín của trái xoài. Thuật toán lấy ra kết quả độ chín trái xoài được thể hiện ở Hình 3.5. Nếu diện tích phần màu vàng lớn hơn phần màu xanh hơn mười lần, hoặc diện tích phần màu vàng lớn hơn không, và diện tích phần màu xanh bằng không, thì hệ thống sẽ trả ra kết quả là chín hoàn toàn. Nếu diện tích phần màu vàng nhiều hơn phần màu xanh không quá mười lần, thì hệ thống sẽ trả ra kết quả là chín cấp độ hai. Nếu diện tích phần màu xanh nhiều hơn phần màu vàng không quá 10 lần, thì hệ thống sẽ trả ra kết quả là chín cấp độ một. Nếu diện tích phần màu xanh lớn hơn phần màu vàng hơn mười lần, hoặc diện tích phần màu xanh lớn hơn không, và diện tích phần màu vàng bằng không, thì hệ thống sẽ trả ra kết quả là sống.



Hình 3.5 Lưu đồ giải thuật lấy kết quả về độ chín của xoài cát chu

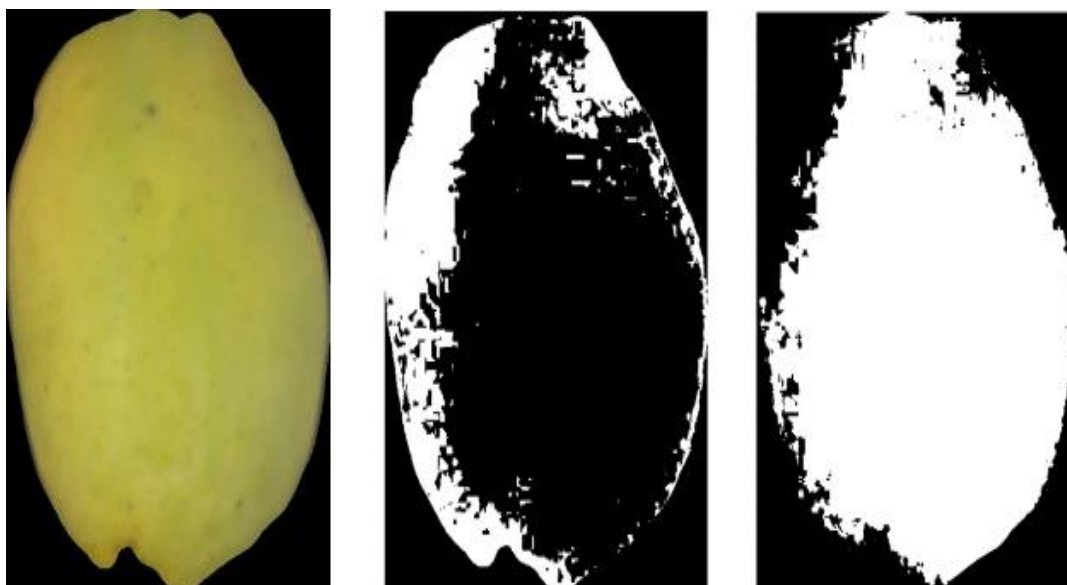
Dưới đây là kết quả mà ta sẽ nhận được khi nhận diện màu cho từng quả xoài cát chu ở từng mức độ chín khác nhau. Đầu tiên ở Hình 3.6a, ta có xoài cát chu sống đã được cắt ra từ hình ảnh được chụp trên băng chuyền, Hình 3.6b và Hình 3.6c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng và màu xanh của xoài cát chu sống. Ta có thể thấy diện tích phần màu xanh lớn hơn nhiều lần so với diện tích phần màu vàng trên bề mặt trái xoài, cụ thể diện tích phần màu xanh là 89634, diện tích phần màu vàng là 0, nên đây sẽ là xoài cát chu sống.



a/ Ảnh xoài được cắt b/ Phần vùng màu vàng c/ Phần vùng màu xanh

Hình 3.6 Xoài cát chu sống

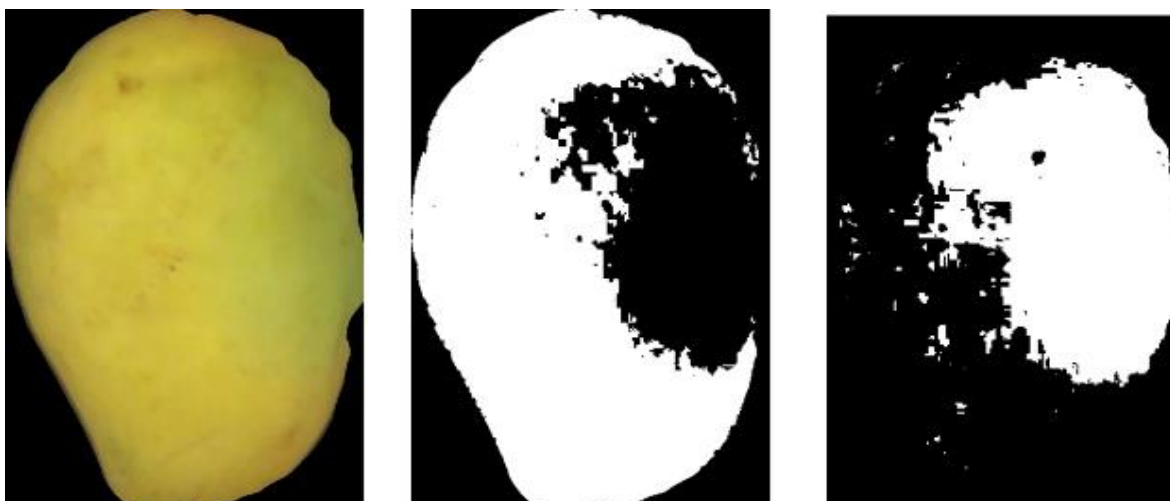
Tiếp theo, ở Hình 3.7a, ta có xoài cát chu chín cấp độ một được cắt ra từ hình ảnh trên băng chuyên. Hình 3.7b và Hình 3.7c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng và màu xanh của xoài cát chu chín cấp độ một. Ta có thể thấy diện tích phần màu xanh lớn hơn so với diện tích phần màu vàng trên bề mặt trái xoài, nhưng không lớn hơn một cách áp đảo. Cụ thể diện tích phần màu xanh là 148211, diện tích phần màu vàng là 45248, từ đó ta thấy diện tích phần màu xanh lớn hơn phần màu vàng gần ba lần, nên hệ thống sẽ trả về kết quả là chín cấp độ một.



a/ Ảnh xoài được cắt b/ Phần vùng màu vàng c/ Phần vùng màu xanh

Hình 3.7 Xoài cát chu chín cấp độ một

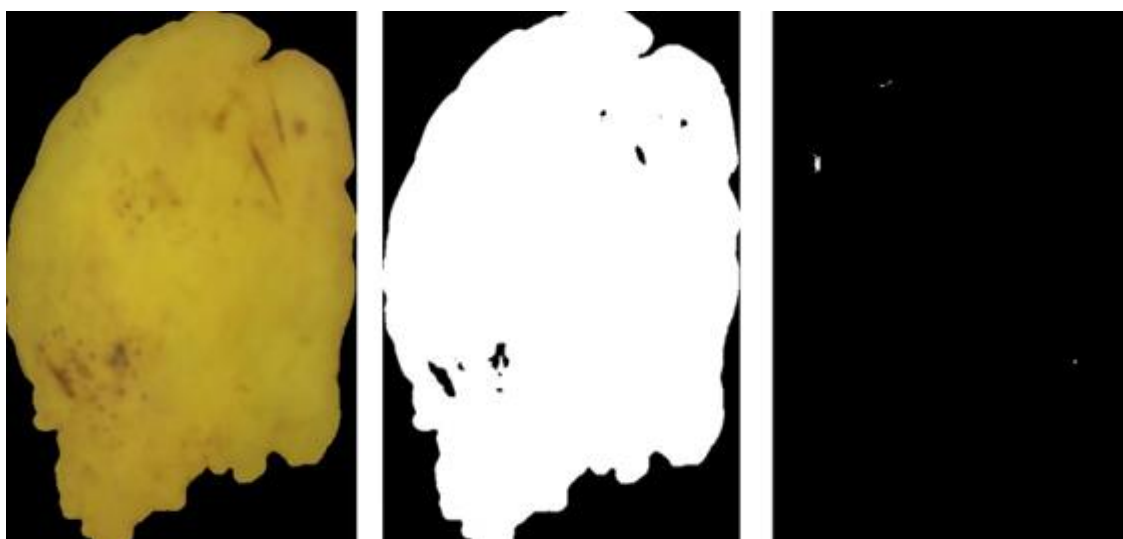
Tiếp theo, ở Hình 3.8a, ta có xoài cát chu chín cấp độ hai được cắt ra từ hình ảnh trên băng chuyền. Hình 3.8b và Hình 3.8c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng và màu xanh của xoài cát chu chín cấp độ hai. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng lớn hơn so với diện tích phần màu xanh trên bề mặt trái xoài, nhưng không lớn hơn một cách áp đảo. Cụ thể diện tích phần màu vàng là 107817, diện tích phần màu xanh là 66839, từ đó ta thấy diện tích phần màu vàng lớn hơn phần màu xanh gần hai lần, nên hệ thống sẽ trả về kết quả là chín cấp độ hai.



a/ Ảnh xoài được cắt b/ Phần vùng màu vàng c/ Phần vùng màu xanh

Hình 3.8 Xoài cát chu chín cấp độ hai

Cuối cùng, ở Hình 3.9a, ta có xoài cát chu chín hoàn toàn được cắt ra từ hình ảnh trên băng chuyền. Hình 3.9b và Hình 3.9c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng và màu xanh của xoài cát chu chín hoàn toàn. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng lớn hơn áp đảo so với diện tích phần màu xanh trên bề mặt trái xoài. Cụ thể diện tích phần màu vàng là 180085, diện tích phần màu xanh là 106, nên hệ thống sẽ trả về kết quả là chín hoàn toàn.

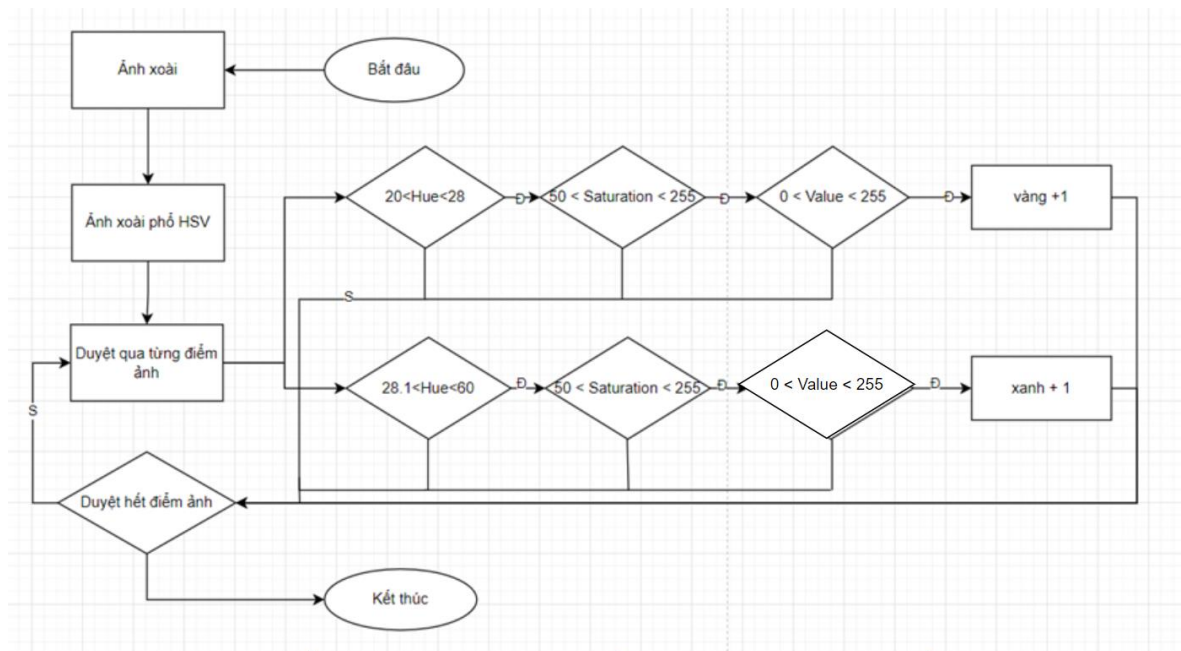


a/ Ảnh xoài được cắt b/ Phần vùng màu vàng c/ Phần vùng màu xanh

Hình 3.9 Xoài cát chu chín hoàn toàn

3.3.2. Xoài cát Hòa Lộc

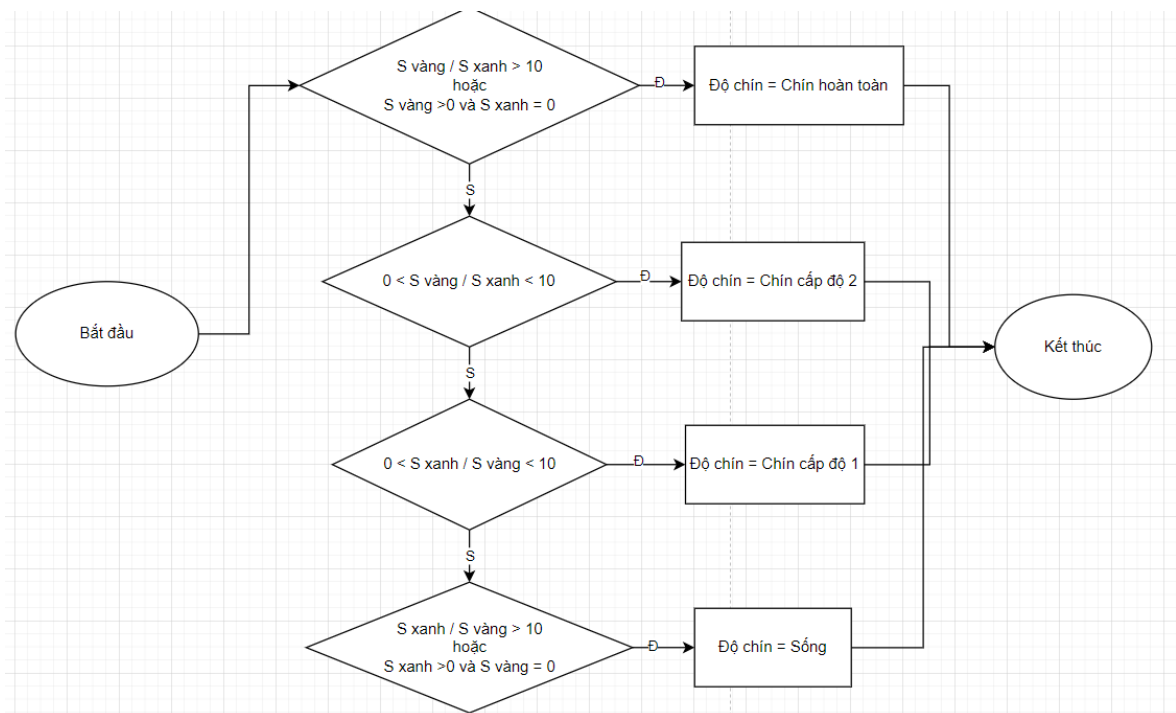
Về phần nhận diện màu sắc của xoài cát Hòa Lộc, ta sẽ tiến hành nhận diện màu vàng và màu xanh trên bề mặt quả xoài. Thuật toán để nhận diện màu cho xoài cát Hòa Lộc được biểu thị như ở Hình 3.10. Đầu tiên, ta sẽ chuyển đổi ảnh xoài đã được cắt sang phổ màu HSV. Sau đó, ta sẽ duyệt qua từng điểm ảnh, nếu điểm ảnh nào có giá trị Hue ở trong khoảng 20 đến 28, giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 50 đến 255, giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được xác định là màu vàng. Tương tự, nếu điểm ảnh nào có giá trị Hue ở trong khoảng 28.1 đến 60, giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 50 đến 255, giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được xác định là màu xanh. Sau khi đã duyệt qua hết điểm ảnh ở trên ảnh, ta sẽ có được diện tích của phần màu vàng và phần màu xanh ở trên tấm ảnh.



Hình 3.10 Lưu đồ giải thuật nhận diện màu cho xoài cát Hòa Lộc

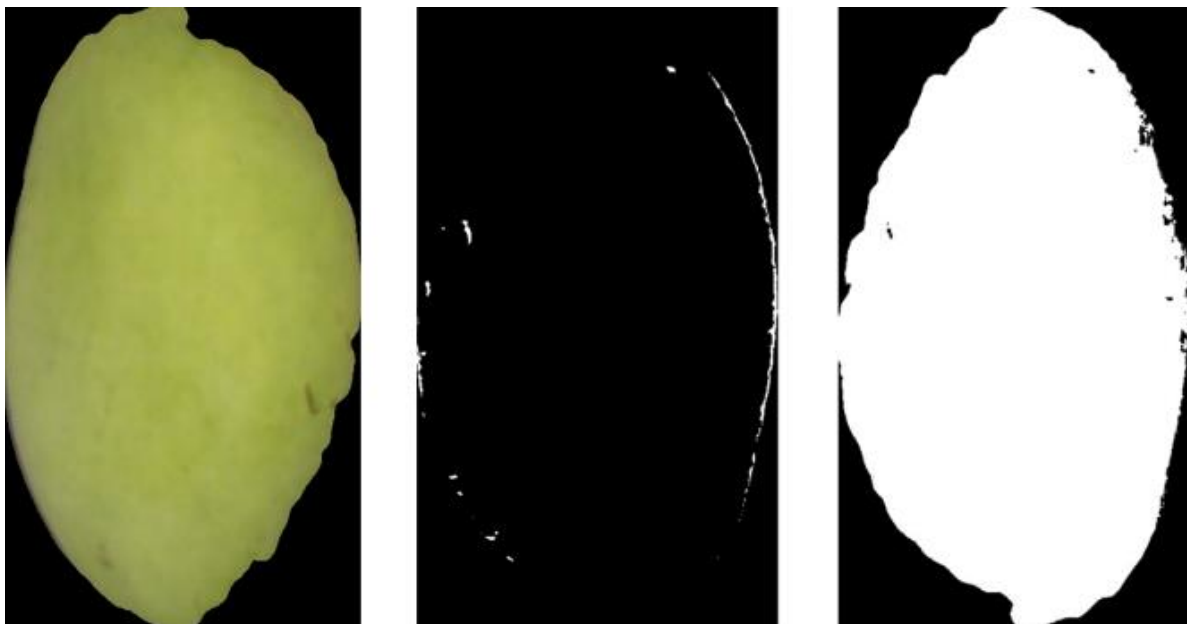
Khi đã có được diện tích phần màu vàng và phần màu xanh ở trên tấm ảnh, ta sẽ đưa ra kết quả về độ chín của trái xoài. Thuật toán lấy ra kết quả độ chín trái xoài được thể hiện ở Hình 3.11. Nếu diện tích phần màu vàng lớn hơn phần màu xanh hơn mười lần, hoặc diện tích phần màu vàng lớn hơn không, và diện tích phần màu

xanh bằng không, thì hệ thống sẽ trả ra kết quả là chín hoàn toàn. Nếu diện tích phần màu vàng nhiều hơn phần màu xanh không quá mười lần, thì hệ thống sẽ trả ra kết quả là chín cấp độ hai. Nếu diện tích phần màu xanh nhiều hơn phần màu vàng không quá 10 lần, thì hệ thống sẽ trả ra kết quả là chín cấp độ một. Nếu diện tích phần màu xanh lớn hơn phần màu vàng hơn mười lần, hoặc diện tích phần màu xanh lớn hơn không, và diện tích phần màu vàng bằng không, thì hệ thống sẽ trả ra kết quả là sống



Hình 3.11 Lưu đồ giải thuật lấy kết quả về độ chín của xoài cát chu

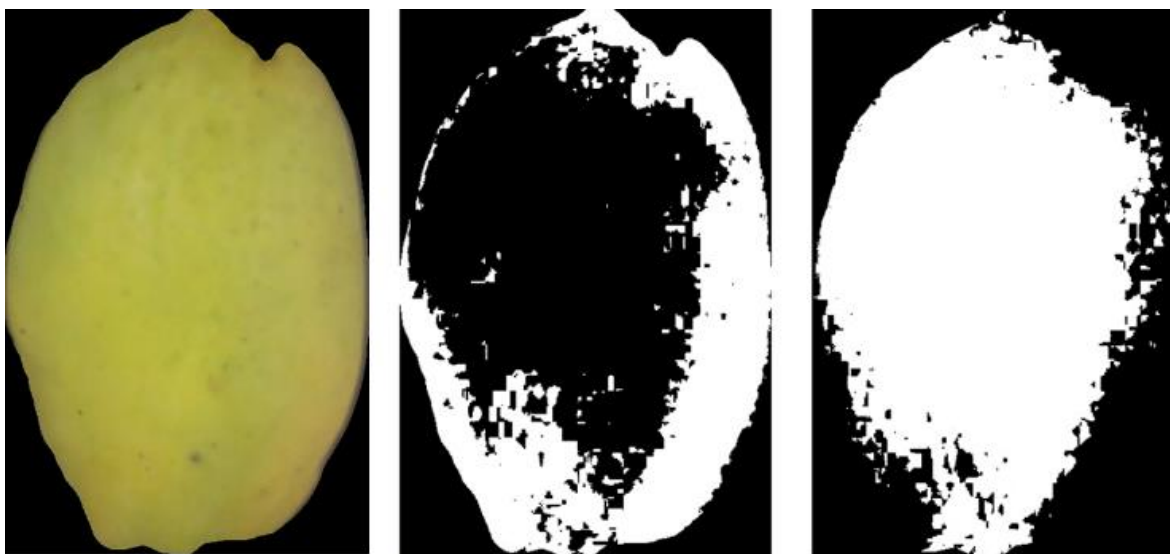
Dưới đây là kết quả mà ta sẽ nhận được khi nhận diện màu cho từng quả xoài cát Hòa Lộc ở từng mức độ chín khác nhau. Đầu tiên ở Hình 3.12a, ta có xoài cát Hòa Lộc sống đã được cắt ra từ hình ảnh được chụp trên băng chuyền, Hình 3.12b và Hình 3.12c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng và màu xanh của xoài cát Hòa Lộc sống. Ta có thể thấy diện tích phần màu xanh lớn hơn nhiều lần so với diện tích phần màu vàng trên bề mặt trái xoài, cụ thể diện tích phần màu xanh là 217339, diện tích phần màu vàng là 1855, nên đây sẽ là xoài cát chu sống.



a/ Ảnh xoài được cắt b/ Phần vùng màu vàng c/ Phần vùng màu xanh

Hình 3.12 Xoài cát Hòa Lộc sống

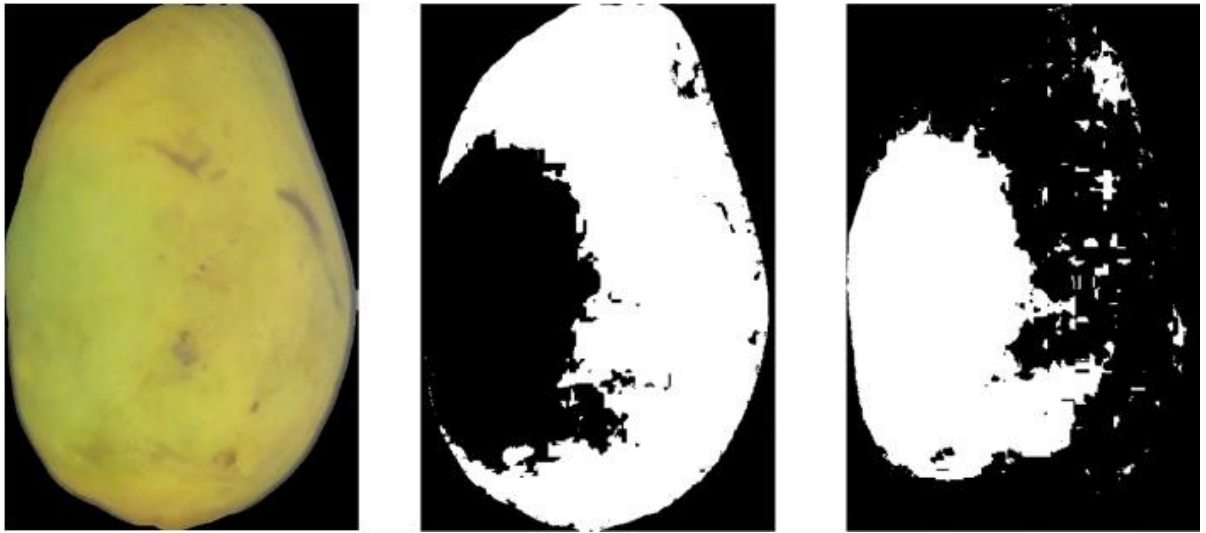
Tiếp theo, ở Hình 3.13a, ta có xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một được cắt ra từ hình ảnh trên băng chuyền. Hình 3.13b và Hình 3.13c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng và màu xanh của xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một. Ta có thể thấy diện tích phần màu xanh lớn hơn so với diện tích phần màu vàng trên bề mặt trái xoài, nhưng không lớn hơn một cách áp đảo. Cụ thể diện tích phần màu xanh là 132188, diện tích phần màu vàng là 67676, từ đó ta thấy diện tích phần màu xanh lớn hơn phần màu vàng gần hai lần, nên hệ thống sẽ trả về kết quả là chín cấp độ một.



a/ Ảnh xoài được cắt b/ Phần vùng màu vàng c/ Phần vùng màu xanh

Hình 3.13 Xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ một

Tiếp theo, ở Hình 3.14a, ta có xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai được cắt ra từ hình ảnh trên băng chuyên. Hình 3.14b và Hình 3.14c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng và màu xanh của xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng lớn hơn so với diện tích phần màu xanh trên bề mặt trái xoài, nhưng không lớn hơn một cách áp đảo. Cụ thể diện tích phần màu vàng là 123170, diện tích phần màu xanh là 80916, từ đó ta thấy diện tích phần màu vàng lớn hơn phần màu xanh gần hai lần, nên hệ thống sẽ trả về kết quả là chín cấp độ hai.



a/ Ảnh xoài được cắt b/ Phần vùng màu vàng c/ Phần vùng màu xanh

Hình 3.14 Xoài cát Hòa Lộc chín cấp độ hai

Cuối cùng, ở Hình 3.15a, ta có xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn được cắt ra từ hình ảnh trên băng chuyền. Hình 3.15b và Hình 3.15c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng và màu xanh của xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng lớn hơn áp đảo so với diện tích phần màu xanh trên bề mặt trái xoài. Cụ thể diện tích phần màu vàng là 159281, diện tích phần màu xanh là 0, nên hệ thống sẽ trả về kết quả là chín hoàn toàn.

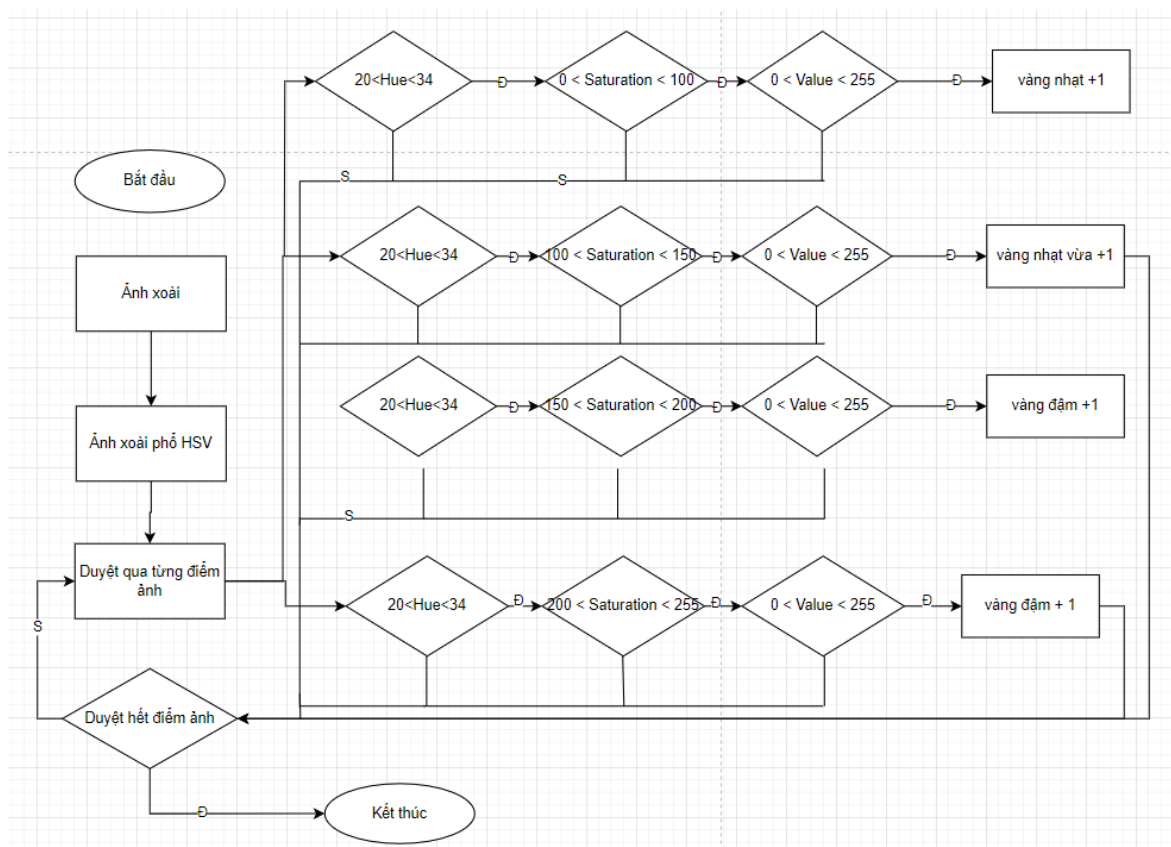


a/ Ảnh xoài được cắt b/ Phần vùng màu vàng c/ Phần vùng màu xanh

Hình 3.15 Xoài cát Hòa Lộc chín hoàn toàn

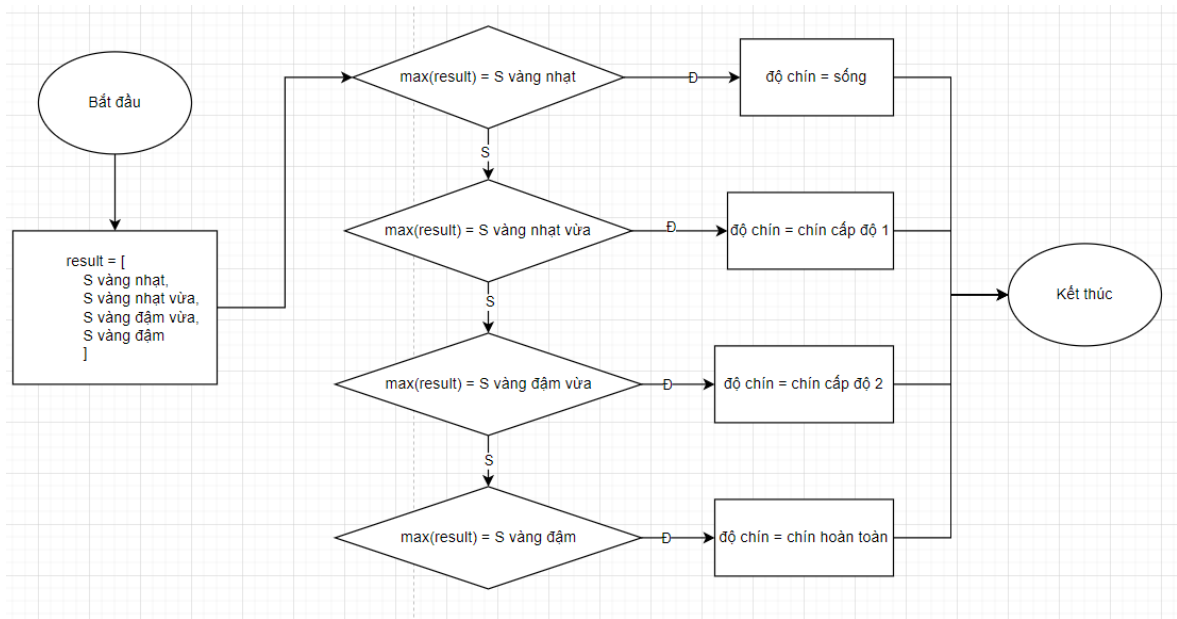
3.3.3. Xoài cát chu vàng

Về phân nhận diện màu sắc của xoài cát chu vàng, ta sẽ tiến hành nhận diện lần lượt màu vàng nhạt, vàng nhạt vừa, vàng đậm vừa, vàng đậm trên bề mặt quả xoài. Thuật toán để nhận diện màu cho xoài cát chu vàng được biểu thị như ở Hình 3.16. Đầu tiên, ta sẽ chuyển đổi ảnh xoài đã được cắt sang phổ màu HSV. Sau đó, ta sẽ duyệt qua từng điểm ảnh, nếu điểm ảnh nào có giá trị Hue ở trong khoảng 20 đến 34, giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 0 đến 100, giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được xác định là màu vàng nhạt. Tương tự, nếu điểm ảnh nào có giá trị Hue ở trong khoảng 20 đến 34, giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 100 đến 150, giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được xác định là màu vàng nhạt vừa. Tiếp theo đó, nếu điểm ảnh nào có giá trị Hue ở trong khoảng 20 đến 34, giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 150 đến 200, giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được xác định là màu vàng đậm vừa. Cuối cùng, nếu điểm ảnh nào có giá trị Hue ở trong khoảng 20 đến 34, giá trị Saturation nằm trong khoảng từ 200 đến 255, giá trị Value nằm trong khoảng từ 0 đến 255, thì điểm ảnh đó được xác định là màu vàng đậm. Sau khi đã duyệt qua hết điểm ảnh ở trên ảnh, ta sẽ có được lần lượt diện tích của phần màu vàng nhạt, màu vàng nhạt vừa, màu vàng đậm vừa, màu vàng đậm ở trên tấm ảnh.



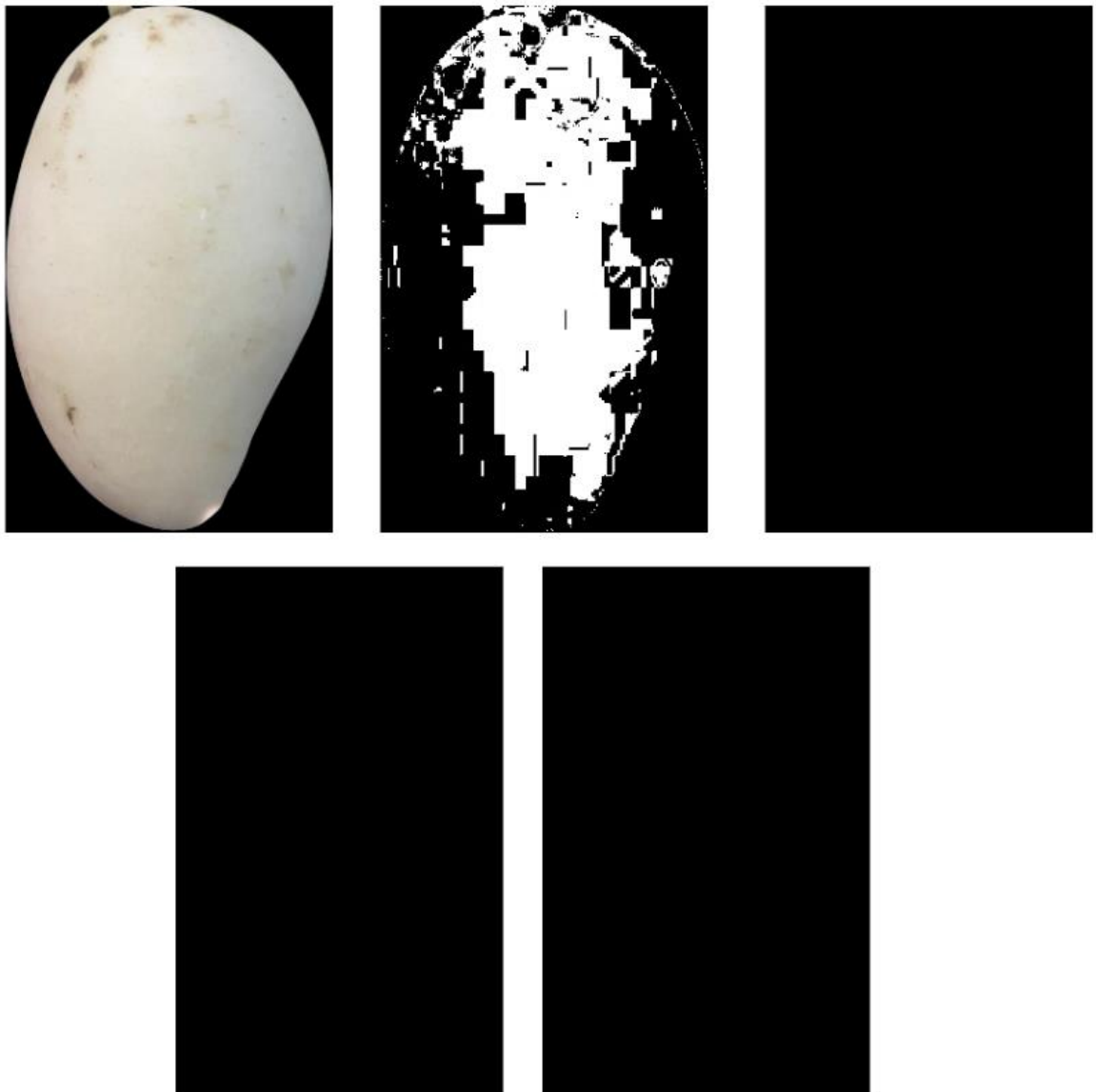
Hình 3.16 Lưu đồ giải thuật nhận diện màu cho xoài cát Hòa Lộc

Khi đã có được diện tích các phần màu vàng ở trên tấm ảnh, ta sẽ đưa ra kết quả về độ chín của trái xoài. Thuật toán lấy ra kết quả độ chín trái xoài được thể hiện ở Hình 3.17. Nếu diện tích phần màu vàng nhạt là lớn nhất, thì hệ thống trả ra kết quả là sống. Nếu diện tích phần màu vàng nhạt vừa là lớn nhất, hệ thống trả ra kết quả là chín cấp độ một. Nếu diện tích phần màu vàng đậm vừa là lớn nhất, thì hệ thống trả ra kết quả là chín cấp độ hai. Nếu diện tích phần màu vàng đậm là lớn nhất, thì hệ thống trả ra kết quả là chín hoàn toàn.



Hình 3.17 Lưu đồ giải thuật lấy kết quả về độ chín của xoài cát chu

Dưới đây là kết quả mà ta sẽ nhận được khi nhận diện màu cho từng quả xoài cát chu vàng ở từng mức độ chín khác nhau. Đầu tiên ở Hình 3.18a, ta có xoài cát chu vàng sống đã được cắt ra từ hình ảnh được chụp trên băng chuyền, Hình 3.18b và Hình 3.18c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng nhạt và màu nhạt vừa của xoài cát chu vàng sống. Hình 3.18d và Hình 3.18e lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng đậm vừa và màu vàng đậm của xoài cát chu vàng sống. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng nhạt có diện tích lớn hơn so với diện tích của các màu vàng còn lại. Cụ thể, diện tích của phần màu vàng nhạt, màu vàng nhạt vừa, phần màu vàng đậm vừa, phần màu vàng đậm lần lượt là 38707, 0, 0, 0. Từ diện tích của các phần màu vàng đó, hệ thống sẽ đưa ra kết quả là xoài sống.



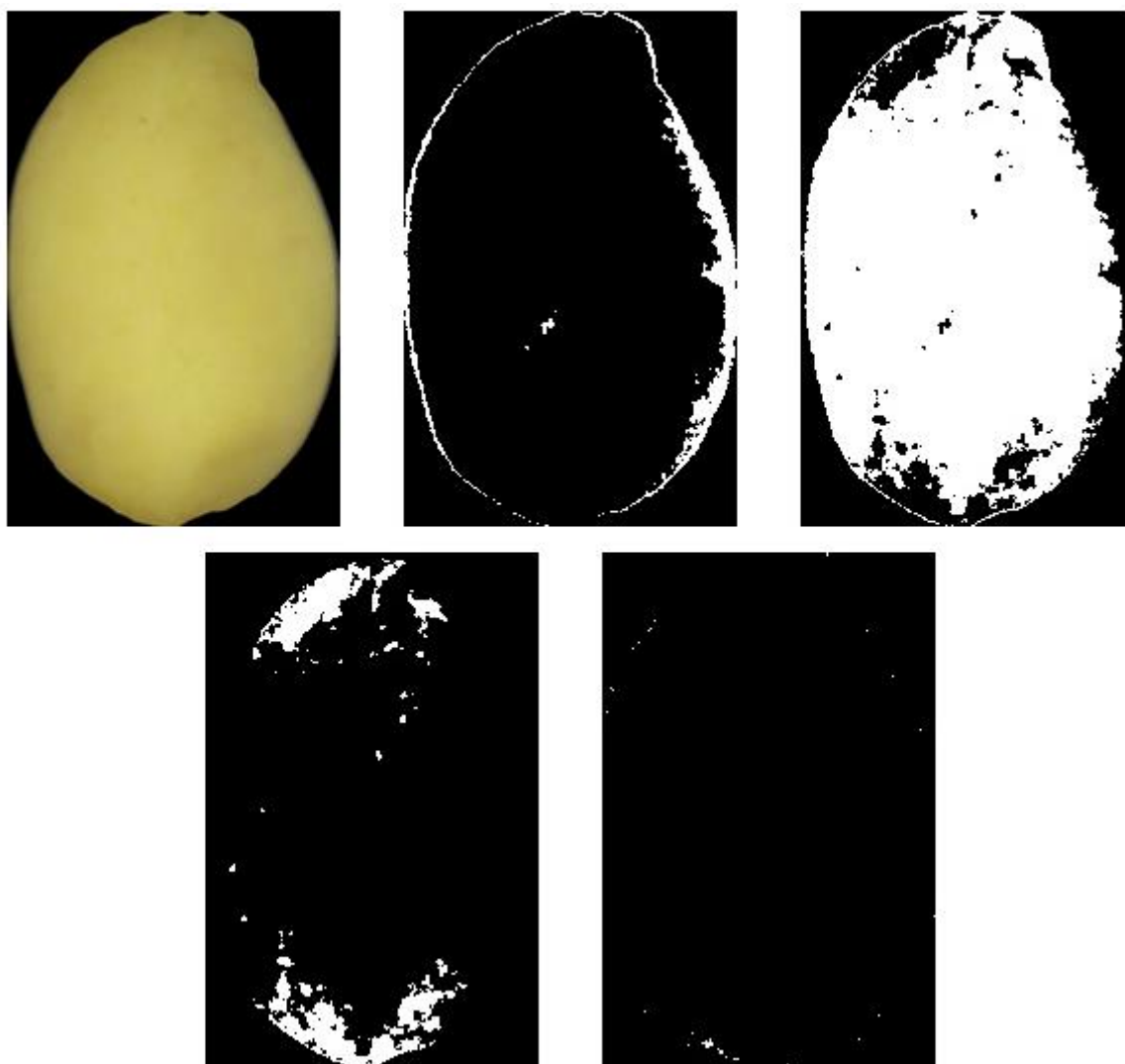
a/ Ảnh gốc b/ Phần vùng vàng nhạt c/ Phần vùng vàng nhạt vừa

d/ Phần vùng vàng đậm vừa e/ Phần vùng vàng đậm

Hình 3.18 Xoài cát chu vàng sống

Tiếp theo ở Hình 3.19a, ta có xoài cát chu vàng chín cấp độ một đã được cắt ra từ hình ảnh được chụp trên băng chuyền, Hình 3.19b và Hình 3.19c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng nhạt và màu nhạt vừa của xoài cát chu vàng sống. Hình 3.19d và Hình 3.19e lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng đậm vừa và màu vàng đậm của xoài cát chu vàng sống. Ta có thể thấy diện tích phần màu vàng nhạt vừa có diện tích lớn hơn so với diện tích của các màu vàng còn lại. Cụ thể, diện tích

của phần màu vàng nhạt, màu vàng nhạt vừa, phần màu vàng đậm vừa, phần màu vàng đậm lần lượt là 2244 28800 2905 44. Từ diện tích của các phần màu vàng đó, hệ thống sẽ đưa ra kết quả là xoài sống.



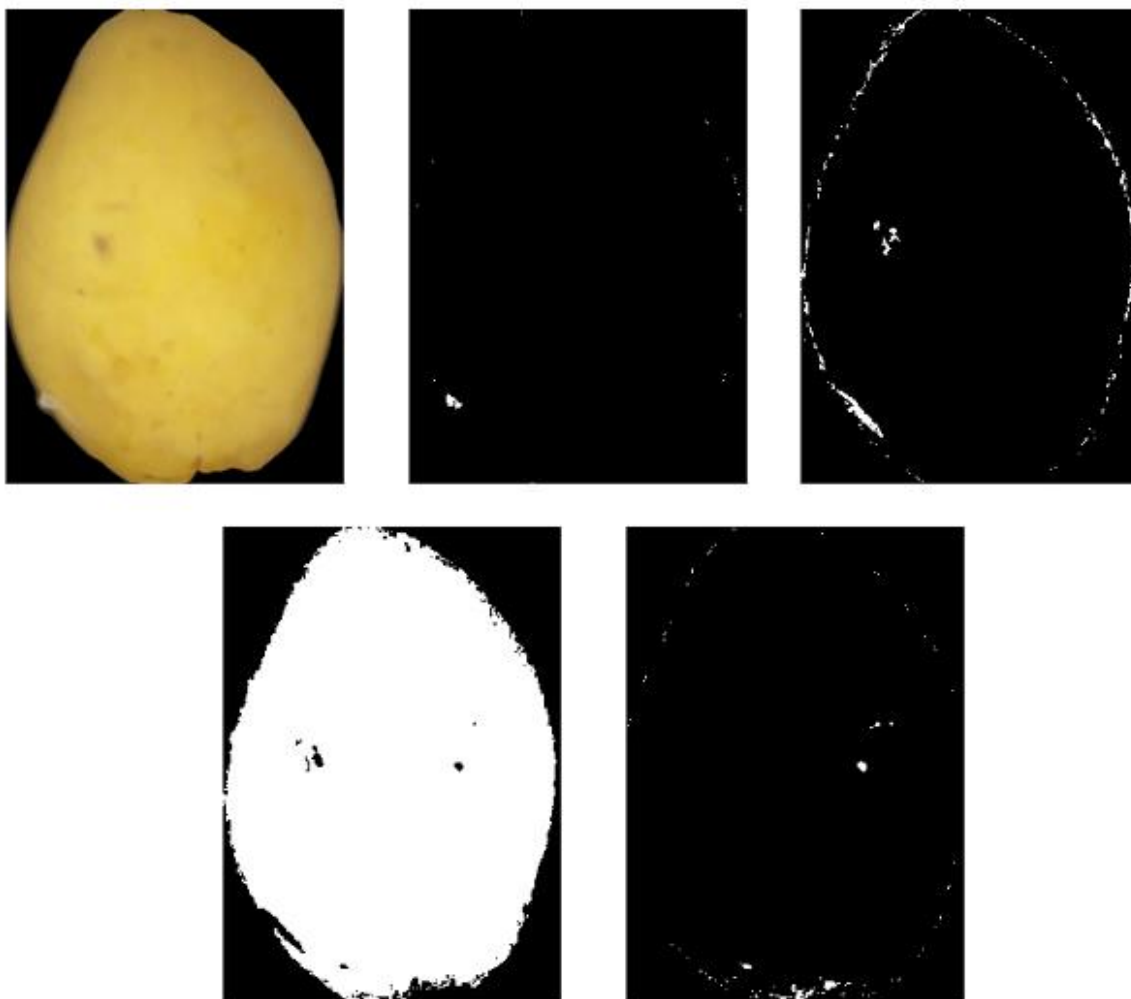
a/ Ảnh gốc b/ Phần vùng vàng nhạt c/ Phần vùng vàng nhạt vừa

d/ Phần vùng vàng đậm vừa e/ Phần vùng vàng đậm

Hình 3.19 Xoài cát chu vàng chín cấp độ một

Tiếp theo ở Hình 3.20a, ta có xoài cát chu vàng chín cấp độ hai đã được cắt ra từ hình ảnh được chụp trên băng chuyền, Hình 3.20b và Hình 3.20c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng nhạt và màu nhạt vừa của xoài cát chu vàng sống. Hình 3.20d và Hình 3.20e lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng đậm vừa và màu

vàng đậm của xoài cát chu vàng sống. Diện tích của phần màu vàng nhạt, màu vàng nhạt vừa, phần màu vàng đậm vừa, phần màu vàng đậm lần lượt là 65, 773, 48624, 255. Từ diện tích của các phần màu vàng đó, ta thấy phần màu vàng đậm có diện tích lớn nhất, nên hệ thống sẽ đưa ra kết quả là xoài chín cấp độ 2.



a/ Ảnh gốc b/ Phần vùng vàng nhạt c/ Phần vùng vàng nhạt vừa
d/ Phần vùng vàng đậm vừa e/ Phần vùng vàng đậm

Hình 3.20 Xoài cát chu vàng chín cấp độ hai

Cuối cùng ở Hình 3.21a, ta có xoài cát chu vàng chín hoàn toàn đã được cắt ra từ hình ảnh được chụp trên băng chuyền, Hình 3.21b và Hình 3.21c lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng nhạt và màu nhạt vừa của xoài cát chu vàng sống. Hình

3.21d và Hình 3.21e lần lượt là ảnh chứa phần vùng màu vàng đậm vừa và màu vàng đậm của xoài cát chu vàng sống. Diện tích của phần màu vàng nhạt, màu vàng nhạt vừa, phần màu vàng đậm vừa, phần màu vàng đậm lần lượt là 216, 852, 10497, 29193. Từ diện tích của các phần màu vàng đó, ta thấy phần màu vàng đậm có diện tích lớn nhất, nên hệ thống sẽ đưa ra kết quả là xoài chín hoàn toàn.

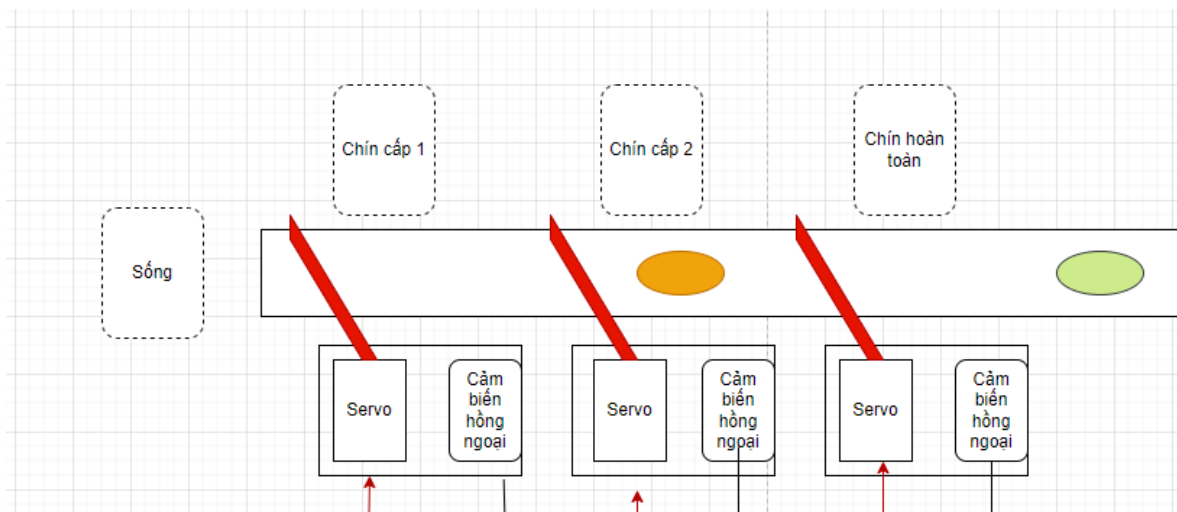


a/ Ảnh gốc b/ Phần vùng vàng nhạt c/ Phần vùng vàng nhạt vừa
d/ Phần vùng vàng đậm vừa e/ Phần vùng vàng đậm

Hình 3.21 Xoài cát chu vàng chín hoàn toàn

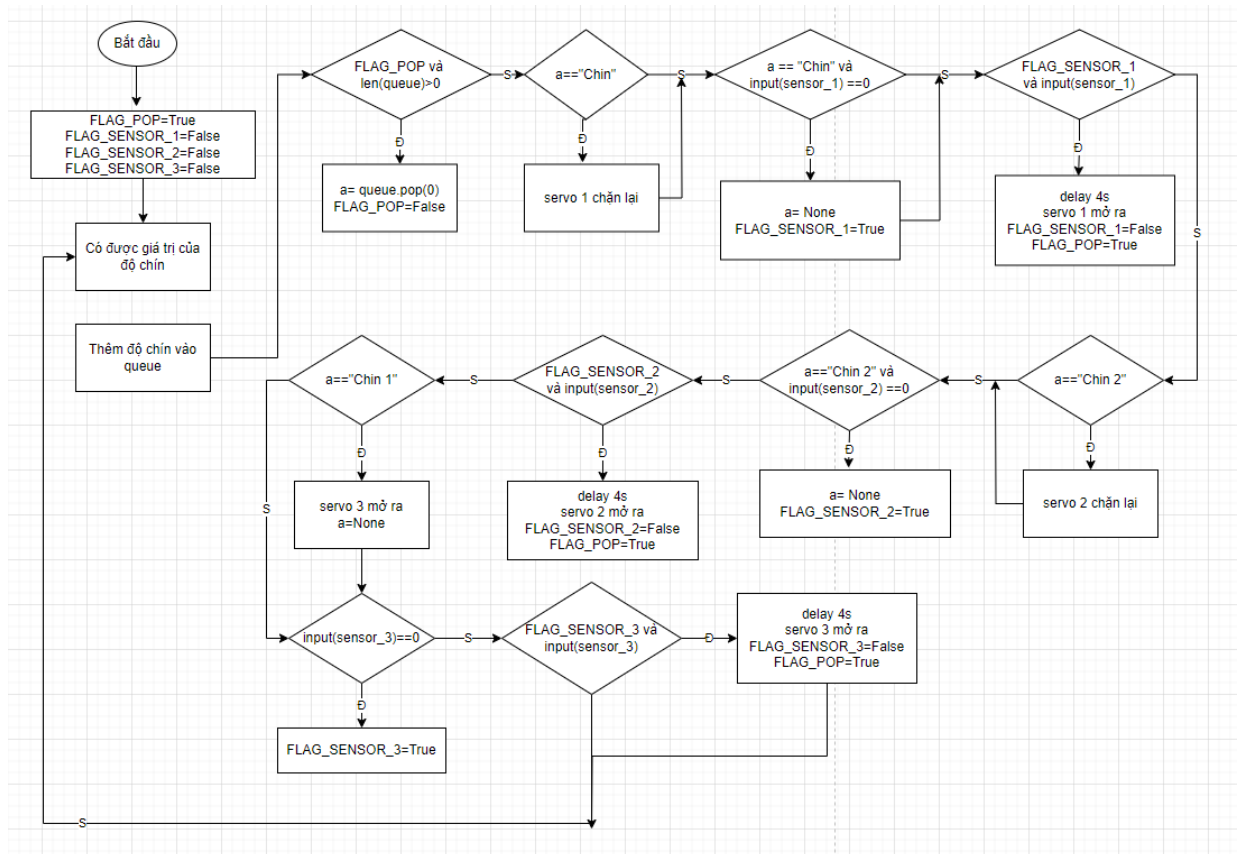
3.4. Phân loại xoài trên băng chuyền

Sau khi có được kết quả về độ chín của xoài, băng chuyền sẽ di chuyển trái xoài đến phần tiếp theo để tiến hành phân loại. Hệ thống phân loại được biểu thị như trong hình 3.22. Vì cả ba loại xoài là xoài cát chu, xoài cát Hòa Lộc, xoài cát chu vàng đều sẽ được phân loại thành bốn mức độ chín khác nhau, nên ta sẽ có chung một thuật toán và hệ thống phân loại xoài trên băng chuyền cho cả ba loại xoài trên.



Hình 3.22 Sơ đồ khối hệ thống phân loại xoài trên băng chuyền

Ở sơ đồ khối Hình 3.22 trên, ta có 3 khối, mỗi khối bao gồm 1 servo và 1 cảm biến hồng ngoại. Cảm biến hồng ngoại có mục đích phát hiện xoài đã đến gần vị trí của servo hay chưa để hỗ trợ việc đóng mở cho servo. Ở đây có 3 servo sẽ đảm nhận việc phân loại cho 4 mức độ chín của xoài. Servo_1, servo_2, servo_3 lần lượt sẽ đóng mở, phân loại cho xoài chín hoàn toàn, chín cấp độ 2, chín cấp độ 1. Đối với xoài sóng, không có servo nào chặn lại trên băng chuyền. Khi đó xoài sẽ được di chuyển đến thùng đựng nơi cuối băng chuyền. Thuật toán phân loại xoài trên băng chuyền được biểu thị ở Hình 3.23



Hình 3.23 Lưu đồ giải thuật hệ thống phân loại xoài trên băng chuyền

Ở lưu đồ giải thuật Hình 3.23 trên, sau khi có được độ chín của xoài, độ chín đó sẽ được thêm vào queue. Khi đó, độ dài của queue sẽ lớn hơn 0, đồng thời FLAG_POP = True, khi đó ta lấy giá trị từ trong queue ra, đồng thời set FLAG_POP về bằng False để không cho phép lấy ra thêm giá trị từ trong queue, tránh ảnh hưởng đến việc phân loại. Nếu giá trị được lấy ra là “Chin”, ta sẽ cho servo_1 chặn lại trên băng chuyền, chờ đợi xoài đi tới. Khi xoài tới vị trí của servo đầu tiên, cảm biến hồng ngoại sẽ cảm nhận được, từ đó gửi giá trị 0 về cho Raspberry pi. Khi đó, ta thỏa điều kiện, ta tiến hành cho a=None, và set FLAG_SENSOR=1, để chờ đợi xoài được đẩy xuống. Khi xoài đã được đẩy xuống, cảm biến hồng ngoại đầu tiên sẽ không cảm nhận được xoài, khi đó cảm biến sẽ chuyển đổi giá trị sang là 1. Khi giá trị cảm biến là 1, đồng thời FLAG_SENSOR trước đó đã được set là True, khi đó ta sẽ cho mở servo 1 lên, đồng thời set

FLAG_POP=True để cho phép ta lấy giá trị tiếp theo của queue nếu trong queue có giá trị.

Khi ta lấy trong queue ra và nhận được giá trị là “Chín 2”, ta sẽ set FLAG_POP = False, để không cho phép lấy ra thêm giá trị từ trong queue, tránh ảnh hưởng đến việc phân loại, và ta sẽ cho servo 2 chặn lại ở băng chuyền và chờ đợi xoài tới. Khi xoài tới gần servo 2, cảm biến hồng ngoại thứ 2 cũng cảm nhận được, khi đó cảm biến sẽ gửi giá trị là 0, khi đạt những điều kiện đó, ta sẽ set FLAG_SENSOR_2=True, chứng tỏ xoài đã vào khu vực của servo 2, và chờ đợi để xoài được servo 2 gạt xuống thùng đựng bên cạnh băng chuyền. Khi xoài được servo 2 gạt khỏi băng chuyền, cảm biến hồng ngoại thứ 2 sẽ không cảm nhận được, từ đó gửi giá trị là 1 cho Raspberry pi, thêm cả việc FLAG_SENSOR_2=True từ trước đó, servo thứ 2 sẽ mở ra, đồng thời ta set FLAG_SENSOR_2 trở về False, set FLAG_POP=True để cho phép hệ thống lấy giá trị tiếp theo trong queue nếu trong queue có giá trị.

Khi ta lấy từ trong queue được giá trị là “Chín 1”, ta sẽ set FLAG_POP = False, để không cho phép lấy ra thêm giá trị từ trong queue, tránh ảnh hưởng đến việc phân loại, và servo thứ 3 sẽ chặn lại trên băng chuyền, đồng thời chờ đợi xoài di chuyển đến. Khi xoài di chuyển đến gần khu vực servo 3, cảm biến hồng ngoại thứ 3 sẽ cảm nhận được, gửi giá trị 0 về Raspberry pi. Khi đó ta sẽ set FLAG_SENSOR_3=True, chứng tỏ xoài đã đến gần servo 3 và đang chờ đợi xoài được servo 3 gạt xuống thùng đựng bên cạnh băng chuyền. Khi xoài được servo 3 gạt xuống thùng đựng, cảm biến hồng ngoại thứ 3 sẽ không cảm nhận được, khi đó sẽ gửi giá trị 1 về cho Raspberry pi. Khi đó ta sẽ mở servo 3 lên, set lại FLAG_SENSOR_3 thành False, set FLAG_POP=True để cho phép hệ thống lấy giá trị từ queue nếu trong queue có giá trị.

Khi ta lấy từ trong queue và được giá trị là “Song”, ta sẽ set FLAG_POP = False, để không cho phép lấy ra thêm giá trị từ trong queue, tránh ảnh hưởng đến việc phân loại. Không có servo nào sẽ chặn xoài lại. Xoài sẽ di chuyển cho đến khi

đến gần cảm biến hồng ngoại, khi đó ta sẽ set `FLAG_SENSOR_3=True`, chứng tỏ xoài đã đến gần cảm biến hồng ngoại thứ 3, khi xoài đã di chuyển qua cảm biến hồng ngoại thứ 3 và rơi xuống thùng đựng ở cuối băng chuyền, cảm biến sẽ không cảm nhận được xoài, và sẽ gửi giá trị 1 đến Raspberry pi, đồng thời với `FLAG_SENSOR_3 = True`, ta sẽ set `FLAG_SENSOR_3=True`, set `FLAG_POP = True` để cho phép hệ thống lấy giá trị tiếp theo ở trong queue.

3.5. Màn hình LCD

Vì cả ba loại xoài là xoài cát chu, xoài cát Hòa Lộc, xoài cát chu vàng đều sẽ được phân loại thành bốn mức độ chín khác nhau, nên màn hình LCD đều sẽ hiển thị về số lượng xoài ở bốn mức độ chín cho mỗi loại xoài. Như ở Hình 3.24, màn hình đang hiển thị thông tin về xoài cát chu. Dòng đầu tiên là “Ket qua cat chu”. Dòng ba và bốn lần lượt hiển thị thông tin về số lượng quả xoài ở từng mức độ chín, với “ur” tức là sống, “sr1” là chín mức độ một, “sr2” là chín mức độ hai và “r” là chín hoàn toàn.



Hình 3.24 Kết quả LCD

Chương 4. THỰC NGHIỆM ĐỀ TÀI

4.1. Kịch bản đánh giá kiểm tra

Để đánh giá được những gì mà đề tài có thể mang lại, nhóm sẽ xây dựng kịch bản để tiến hành đánh giá kiểm tra hệ thống hoạt động như thế nào. Ta sẽ có hai băng chuyền, băng chuyền đầu tiên có kích thước 10x40cm, được dùng để nhận diện độ chín của xoài, băng chuyền thứ 2 có kích thước 6x50cm, được dùng để phân loại xoài trên băng chuyền.

Ở băng chuyền thứ nhất, nhóm sẽ thiết kế một buồng chụp ảnh để chụp ảnh trái xoài. Buồng chụp có kích thước 10x20cm, chiều cao của buồng chụp là 35cm, tại nóc của buồng chụp, có một lỗ được đục ngay chính giữa, máy ảnh sẽ được đặt trên nóc của buồng chụp, khi đó ống kính máy ảnh sẽ chụp được ảnh xoài trên băng chuyền thông qua cái lỗ đã được đục trước đó. Dây đèn led sẽ được gắn bên trong buồng chụp ảnh để cung cấp ánh sáng cho việc chụp hình. Cường độ sáng ở mức vừa phải để làm cho ảnh không bị sáng quá mức, tránh làm ảnh hưởng đến chất lượng hình ảnh. Bề mặt băng chuyền thứ nhất được phủ màu đen, nhằm tạo điều kiện cho việc cắt xoài từ hình ảnh được chụp.

Tại băng chuyền thứ hai, nhóm sẽ thiết kế ba bộ đỡ được đặt bên cạnh băng chuyền. Ba bộ đỡ sẽ cách tương đối đều nhau. Mỗi bộ đỡ sẽ bao gồm một tay quay để làm tay chần xoài trên băng chuyền và một cảm biến hồng ngoại để nhận diện xoài đã đến gần tay chần hay chưa. Ba tay chần đầu tiên được thiết kế nhằm mục đích phân loại cho ba mức độ chín lần lượt là chín hoàn toàn, chín mức độ hai, chín mức độ một. Đối với mức độ chín là sống, xoài sẽ di chuyển đến cuối băng chuyền.

Về việc chuẩn bị xoài, nhóm sẽ chuẩn bị hai trái cho từng mức độ chín của từng loại xoài, tức là mỗi loại xoài sẽ có tám trái, và tổng cộng là hai mươi tư trái.

4.2. Kết quả thực nghiệm

Bảng 4.1 phía dưới là kết quả thực nghiệm đối với tám quả xoài cát chu, với hai quả ở từng mức độ chín khác nhau. Đối với loại xoài này, hệ thống phân loại với độ chính xác là 100% ở từng mức độ chín.

Bảng 4.1 Kết quả thực nghiệm xoài cát chu

Mức độ chín	Số lượng	Tỷ lệ đúng trên số quả	Thời gian phân loại trung bình trên một quả
Sống	2	2/2	16.1 giây
Chín mức độ một	2	2/2	15.7 giây
Chín mức độ hai	2	2/2	12.8 giây
Chín hoàn toàn	2	2/2	7.6 giây

Bảng 4.2 phía dưới là kết quả thực nghiệm đối với tám quả xoài cát Hòa Lộc, với hai quả ở từng mức độ chín khác nhau. Đối với loại xoài này, hệ thống phân loại với độ chính xác là 100% ở từng mức độ chín

Bảng 4.2 Kết quả thực nghiệm xoài cát Hòa Lộc

Mức độ chín	Số lượng	Tỷ lệ đúng trên số quả	Thời gian phân loại trung bình trên một quả
Sống	2	2/2	15.9 giây
Chín mức độ một	2	2/2	15.5 giây
Chín mức độ hai	2	2/2	12.5 giây
Chín hoàn toàn	2	2/2	7.5 giây

Bảng 4.3 phía dưới là kết quả thực nghiệm đối với tám quả xoài cát chu vàng, với hai quả ở từng mức độ chín khác nhau. Đối với loại xoài này, hệ thống phân loại với độ chính xác là 100% quả cho bốn mức độ chín là sống, chín mức độ một và

chín hoàn toàn. Đối với chín mức độ hai, kết quả đạt được chỉ đúng một trên hai quả, quả bị sai kết quả đó, hệ thống đã nhận diện là chín hoàn toàn.

Bảng 4.3 Kết quả thực nghiệm xoài cát chu vàng

Mức độ chín	Số lượng	Tỷ lệ đúng trên số quả	Thời gian phân loại trung bình trên một quả
Sống	2	2/2	16.0 giây
Chín mức độ một	2	2/2	15.4 giây
Chín mức độ hai	2	1/2	12.6 giây
Chín hoàn toàn	2	2/2	7.4 giây

Sau khi đã đánh giá thực nghiệm, nhóm đã thu về được kết quả như sau. Đối với xoài cát chu, hệ thống đã phân loại thành công tám quả trên tám mẫu thử. Đối với xoài cát Hòa Lộc, hệ thống đã phân loại thành công tám trên tám mẫu thử. Đối với xoài cát chu vàng, hệ thống đã phân loại thành công bảy trên tám mẫu thử. Sau khi chạy thử hệ thống, nhóm cũng đã thu được thời gian phân loại trung bình cho mỗi trái xoài là 12.91 giây.

Chương 5. KẾT LUẬN

5.1. Mục tiêu đạt được

Sau khi đánh giá kiểm tra hoạt động của hệ thống và đối chiếu những mục tiêu đã đặt ra, hệ thống đã hoàn thành được những mục tiêu sau:

- Máy ảnh chụp hình trái xoài và cắt thành công ảnh xoài từ hình ảnh gốc
- Hệ thống nhận diện tốt cho ba loại xoài ở bốn mức độ chín khác nhau. Cụ thể, đối với xoài cát chu, tỷ lệ nhận diện thành công là tám trên tám mẫu thử, đối với xoài cát Hòa Lộc, tỷ lệ nhận diện thành công cũng là tám trên tám mẫu thử. Đối với xoài cát chu vàng, tỷ lệ nhận diện thành công là bảy trên tám mẫu thử. Tổng cộng hệ thống nhận diện thành công mười một trên mười hai mẫu thử, đạt tỷ lệ chính xác lên đến 91.6%.

5.2. Ưu điểm và hạn chế

Đề tài của nhóm có một số ưu điểm sau:

- Hệ thống nhận diện được bốn mức độ chín ở ba loại xoài khác nhau
- Tỷ lệ nhận diện cho xoài cát chu và xoài cát Hòa Lộc cao, với độ chính xác lên đến 100%.
- Tỷ lệ nhận diện chính xác khá cao với trên 91.6%

Những giới hạn mà hệ thống còn tồn tại có những điều sau:

- Thời gian phân loại trung bình chưa quá nhanh, với 12.91 giây
- Tỷ lệ nhận diện chính xác ở xoài cát chu vàng là chưa cao với tỷ lệ bảy trên tám mẫu thử chính xác

5.3. Hướng phát triển

- Nâng cao độ chính xác khi nhận diện xoài cát chu vàng.
- Mở rộng hệ thống để có thể nhận diện cho nhiều loại xoài khác nhau.
- Cải thiện thời gian chạy của hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, “Báo cáo Tình hình thực hiện Kế hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn 6 tháng đầu năm, nhiệm vụ 6 tháng cuối năm 2022.” Tháng 6 năm 2022.
- [2] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, “Báo cáo Kết quả thực hiện Kế hoạch phát triển ngành nông nghiệp, nông thôn tháng 8, 8 tháng đầu năm; nhiệm vụ trọng tâm tháng 9”
- [3] Phùng Tuấn Anh, “Thiết kế thiết bị đánh giá chất lượng quả xoài sử dụng phương pháp xử lý hình ảnh,” Đồ án tốt nghiệp, Bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2018.
- [4] Mavi, M. F., Husin, Z., Ahmad, R. B., Yacob, Y. M., Farook, R. S. M., & Tan, W. K. (2019). Mango ripeness classification system using hybrid technique. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 14(2), 859-68.
- [5] Sahu, D., & Dewangan, C. (2017). Identification and classification of mango fruits using image processing. *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol*, 2(2), 203-210.
- [6] Tâm, Đ. C. THIẾT LẬP MÔ HÌNH PHÂN LOẠI TRÁI XOÀI SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ ẢNH TRÊN HỆ THỐNG NHÚNG.
- [7] Vélez-Rivera, N., Blasco, J., Chanona-Pérez, J., Calderón-Domínguez, G., de Jesús Perea-Flores, M., Arzate-Vázquez, I., ... & Farrera-Rebollo, R. (2014). Computer vision system applied to classification of “Manila” mangoes during ripening process. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 1183-1194.
- [8] Shah, S. S. A., Zeb, A., Qureshi, W. S., Malik, A. U., Tiwana, M., Walsh, K., ... & Alanazi, E. (2021). Mango maturity classification instead of maturity index estimation: A new approach towards handheld NIR spectroscopy. *Infrared Physics & Technology*, 115, 103639.

- [9] Thinh, N. T., Thong, N. D., Cong, H. T., & Phong, N. T. T. (2019, November). Mango classification system based on machine vision and artificial intelligence. In *2019 7th international conference on control, mechatronics and automation (ICCMA)* (pp. 475-482). IEEE.
- [10] Wanitchang, P., Terdwongworakul, A., Wanitchang, J., & Nakawajana, N. (2011). Non-destructive maturity classification of mango based on physical, mechanical and optical properties. *Journal of food engineering*, *105*(3), 477-484.