

# PHÁT HIỆN VÀ NHẬN DẠNG KHUYẾT ĐIỂM TRÊN VỎ TRÁI XOÀI

Trương Quốc Bảo<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Vững<sup>2</sup>, Trương Quốc Định<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

<sup>2</sup> Trung tâm Giáo dục thường xuyên An Giang, Tỉnh An Giang, Việt Nam

<sup>3</sup> Khoa Công nghệ thông Tin và truyền Thông, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

tqbao@ctu.edu.vn, nguyenvanvung@gmail.com, tqdinh@cit.ctu.edu.vn

**TÓM TẮT**— Nghiên cứu này đề xuất một giải thuật xử lý ảnh kết hợp với máy học để phát hiện và nhận dạng khuyết điểm trên bề mặt vỏ trái xoài. Thuật toán bao gồm các bước chính: tách vùng ảnh chứa trái xoài ra khỏi nền và trích lấy vùng vỏ khuyết điểm từ vùng trái sau khi cải thiện độ tương phản của vùng trái từ ảnh đầu vào. Tiếp theo, từ vùng vỏ chứa khuyết điểm, sử dụng giải thuật duyệt 8 lân cận trên ảnh vùng trái, lọc kích thước, gán nhãn để chọn ra các vùng ứng viên trên vỏ trái xoài có thể là các vùng khuyết điểm. Sau cùng, mạng nơron được xây dựng để nhận dạng và phân loại khuyết điểm trên vỏ trái xoài. Kết quả thực nghiệm được tiến hành trên tập dữ liệu 219 ảnh tự tạo với 1595 vùng ứng viên cần nhận dạng cho độ chính xác đạt được là 92.79% và thời gian nhận dạng dưới 7s cho một ảnh quả xoài đã khẳng định tính hiệu quả của giải thuật được đề nghị.

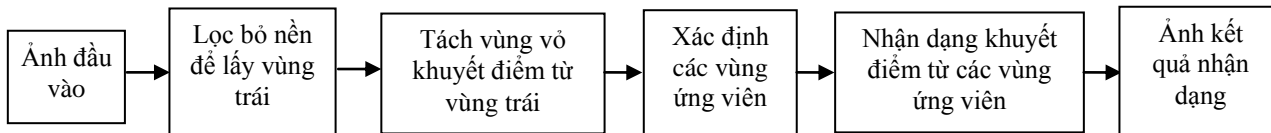
**Từ khóa**— Khuyết điểm trên vỏ trái, phân đoạn ảnh, nhận dạng mẫu, trái xoài, mạng nơron.

## I. GIỚI THIỆU

Ở một nông trại cây ăn quả, việc thu hoạch và phân loại trái dựa trên khuyết điểm bên ngoài vỏ là một công việc không đơn giản, tốn kém rất nhiều chi phí cả về nhân công lẫn thời gian. Điều này đã trở thành một vấn đề đối với các nhà sản xuất nông nghiệp với sự sẵn có không chắc chắn của lực lượng lao động nông nghiệp và chi phí ngày càng tăng của công đoạn sau thu hoạch. Cơ giới hoá các hoạt động nông nghiệp như phân loại trái cây dựa trên chất lượng của trái sau thu hoạch có thể giải quyết tình trạng khó xử thiếu hụt lao động và tăng hiệu quả sản xuất. Cho nên, trong nhiều năm qua, trên thế giới ở các quốc gia có nền công nghiệp cây ăn trái và công nghiệp phát triển cao thì việc phân loại khuyết điểm của trái cây có nhiều nghiên cứu và đã đạt được những thành công nhất định. Hệ thống tự động hóa được dùng để thay thế con người thực hiện công việc phân loại trái cây một cách hiệu quả.

Hệ thống phát hiện và nhận dạng khuyết điểm bên ngoài vỏ sử dụng kỹ thuật xử lý ảnh và nhận dạng là một bước tiền xử lý rất quan trọng trong việc xác định chính xác bệnh gây hại và phân loại chất lượng trái để có cách khắc phục cho vụ mùa sau. Các hệ thống như vậy đang được phát triển và ứng dụng trong ngành nông nghiệp tự động hóa, thông minh ở một số quốc gia phát triển trên thế giới với nhiều công trình nghiên cứu liên quan tới lĩnh vực này trên các loại quả khác nhau phổ biến nhất là táo, quýt, cà chua.... Tuy nhiên, hầu hết chỉ giới hạn ở việc phát hiện khuyết điểm [1-3] hoặc chỉ phân loại quả tốt hay có khuyết điểm [4] mà không nhận dạng đầy đủ được từng loại khuyết điểm cụ thể. Riêng ở Việt Nam, các nghiên cứu liên quan đến lĩnh vực này còn rất hạn chế.

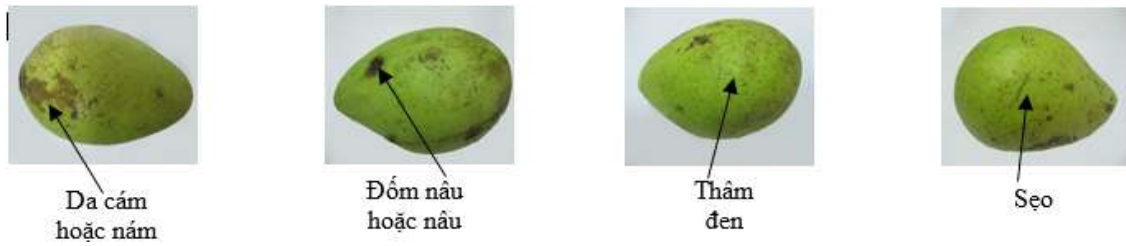
Bài báo này đề xuất một giải thuật mới để phát hiện và nhận dạng khiếm khuyết trên vỏ trái xoài sử dụng kỹ thuật phân đoạn ảnh và duyệt vùng liên thông để tách ảnh trái xoài ra khỏi nền và phát hiện vùng ứng viên chứa khuyết điểm. Tiếp theo, các vùng ứng viên sẽ được phân tích nhằm rút trích các đặc trưng ảnh và phân loại để nhận dạng khuyết điểm sử dụng mạng nơron. Quy trình xử lý tổng quát của phương pháp được trình bày như trong Hình 1. Mục tiếp theo của bài viết mô tả chi tiết nội dung của giải thuật xử lý ảnh và nhận dạng để phát hiện và phân loại khuyết điểm trên bề mặt vỏ trái xoài. Các kết quả thực nghiệm và thảo luận được trình bày trong mục III. Kết luận và các định hướng nghiên cứu tiếp theo được đưa ra trong mục IV của bài báo.



Hình 1. Quy trình xử lý tổng quát của phương pháp được đề nghị

## II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Trái xoài có hình dạng thuôn dài, khi trái chưa chín vỏ có màu đặc trưng xanh và khi chín vỏ có màu đặc trưng vàng nhạt. Vỏ trái xoài chứa nhiều khuyết điểm do côn trùng gây hại, bệnh hoặc sẹo tự nhiên khi va đập với cành hoặc thân. Khuyết điểm trên vỏ trái xoài có màu sắc khác với màu đặc trưng của vỏ. Khuyết điểm chủ yếu trên vỏ trái xoài là: da cám hoặc nám, đốm nâu hoặc nâu đen, thâm đen, sẹo. Hình 2 trình bày một số dạng khiếm khuyết thường gặp trên vỏ trái xoài được xét đến trong nghiên cứu này.



Hình 2. Một số dạng khiếm khuyết trên vỏ trái xoài

A. Lọc bỏ nền để lấy vùng trái từ ảnh đầu vào

1. Thuật toán phân đoạn ảnh OTSU

Otsu đã đưa ra ý tưởng cho việc tính ngưỡng T một cách tự động dựa vào giá trị mức xám của các điểm ảnh để thay thế cho việc sử dụng ngưỡng cố định trong bài toán phân đoạn ảnh dựa trên ngưỡng mức xám [5]. Nội dung cơ bản của phương pháp được mô tả như sau:

Đầu tiên, chuyển ảnh đầu vào về ảnh mức xám và thống kê số lượng mức xám, giả sử có L (0 ≤ L ≤ 255) mức xám trên ảnh, xét hai tập hợp C<sub>1</sub> và C<sub>2</sub> (đối tượng và nền) với ngưỡng là T, ta có C<sub>1</sub> = {0,1,2,...,T-1}, C<sub>2</sub> = {T, T+1,..., L-1}, gọi tổng số lượng pixels là N, h[i] số lượng pixels ở mức xám thứ i (0 ≤ i ≤ 255) và xác suất

xuất hiện mức xám thứ i:  $p_i = \frac{h[i]}{N}$ . Từ đó tính ngưỡng tối ưu T\* theo công thức (1) sau:

$$T^* = Arg Max_{0 \leq T < L} \{ \sigma_B^2(T) \} \tag{1}$$

Với  $\sigma_B^2(T)$  được xác định theo các công thức từ (2) đến (6) như sau:

+ Phương sai:  $\sigma_B^2(T) = \omega_1(T)\omega_2(T)(\mu_2(T) - \mu_1(T))^2$  (2)

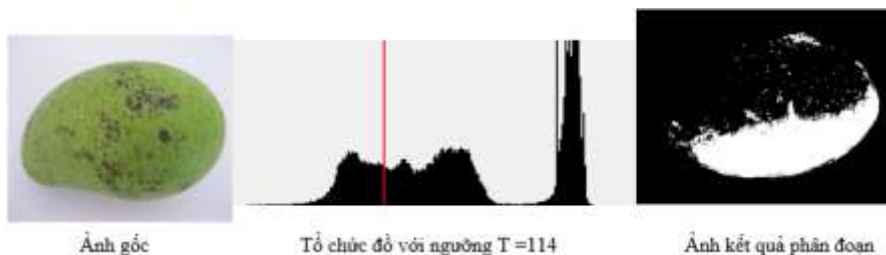
+ Xác suất xuất hiện C1:  $\omega_1(T) = P_1 = \sum_{i=0}^{T-1} p_i$  (3)

+ Xác suất xuất hiện C2:  $\omega_2(T) = P_2 = \sum_{i=T}^{L-1} p_i = 1 - P_1$  (4)

+ Trung bình mức xám C1:  $\mu_1(T) = \sum_{i=0}^{T-1} iP(i/C_1) = \sum_{i=0}^{T-1} ip_i / \omega_1(T)$  (5)

+ Trung bình mức xám C2:  $\mu_2(T) = \sum_{i=T}^{L-1} iP(i/C_2) = \sum_{i=T}^{L-1} ip_i / \omega_2(T)$  (6)

Một ví dụ minh họa cho kỹ thuật phân đoạn ảnh theo phương pháp OTSU được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3. Kết quả phân đoạn ảnh áp dụng thuật toán OTSU

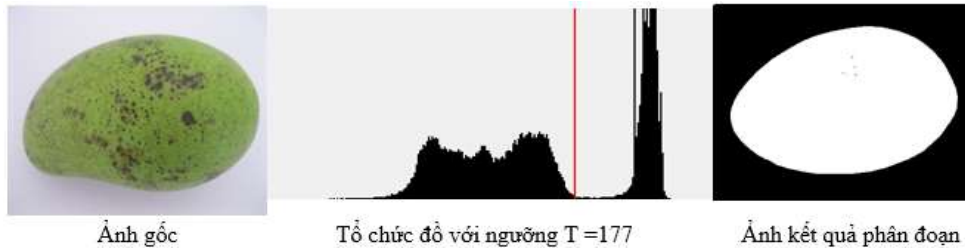
2. Thuật toán phân đoạn ảnh Valley-Emphasis

Phương pháp Otsu đạt kết quả tốt trên những tổ chức đồ phân phối thành dạng bi-modal, ở trường hợp tổ chức đồ có dạng khác phương pháp Otsu cho kết quả không tốt. Phương pháp Valley-Emphasis [6] một phiên bản cải tiến của OTSU khắc phục được khuyết điểm này và cho kết quả tốt hơn. Ngưỡng tối ưu của phương pháp Valley-Emphasis được xác định bằng công thức (7):

$$Ngưỡng\ thích\ hợp: T^* = Arg Max_{0 \leq T < L} \{ (1 - p_T) \sigma_B^2(T) \} \tag{7}$$

$$\text{với } p_T = \frac{h[T]}{N}$$

Một ví dụ minh họa cho kết quả phân đoạn bằng thuật toán Valley-Emphasis được trình bày ở Hình 4. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng thuật toán Valley-Emphasis cho mục đích tách vùng trái xoài ra khỏi nền để tiến hành các bước xử lý tiếp theo.

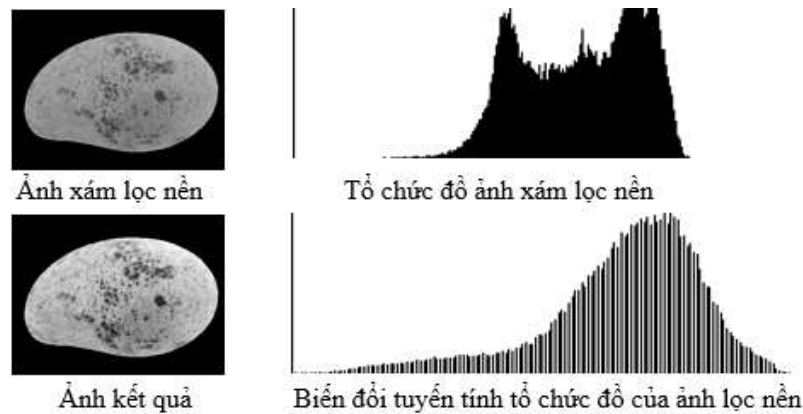


Hình 4. Kết quả phân đoạn ảnh áp dụng thuật toán Valley-Emphasis

## B. Tách lấy vùng vỏ chứa khuyết điểm từ vùng ảnh của trái xoài

### 1. Cải thiện độ tương phản của ảnh lọc nền

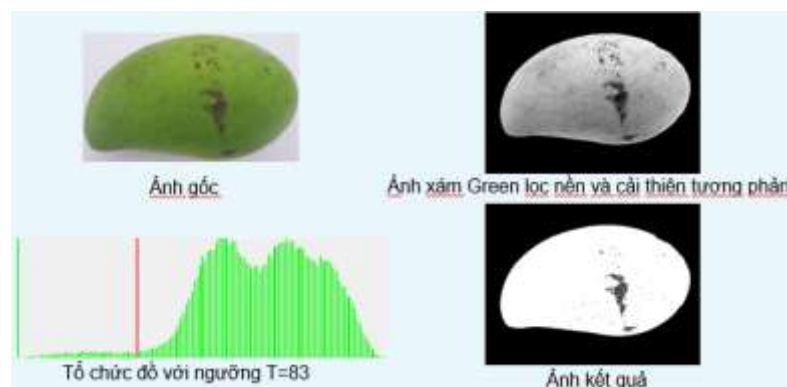
Sau khi lọc bỏ nền của ảnh nhận được ảnh mặt nạ gồm 2 màu: màu trắng (mức xám 255) là vùng trái và màu đen (mức xám 0) là vùng nền, vùng trái sẽ chứa vùng vỏ tốt và vùng vỏ chứa khuyết điểm. Chúng ta tiến hành áp ngược ảnh phân đoạn về ảnh gốc để trích được vùng ảnh chứa quả xoài. Từ ảnh kết quả này chúng tôi tiến hành cải thiện độ tương phản của ảnh kết quả sau khi lọc nền bằng phép biến đổi tuyến tính [7] ta được kết quả như Hình 5.



Hình 5. Kết quả cải thiện độ tương phản của ảnh xám sau khi lọc nền

### 2. Tách vùng vỏ chứa khuyết điểm

Do đặc tính màu sắc nên màu xanh và vàng xanh là đặc trưng của trái xoài nên ảnh xám trên kênh Green sẽ làm nổi rõ vùng vỏ chứa khuyết điểm và vùng vỏ tốt hơn các kênh màu khác trong không gian màu RGB. Để tách lấy vùng quả chứa khuyết điểm ta tiến hành chuyển ảnh Hình 5 về ảnh mặt nạ vùng vỏ chứa khuyết điểm dựa trên ngưỡng động bằng cách áp dụng thuật toán phân đoạn ảnh Valley-Emphasis một lần nữa trên ảnh mức xám của kênh Green để xác định được vùng vỏ chứa khuyết điểm. Chúng tôi gọi ảnh kết quả này là ảnh mặt nạ khuyết điểm. Một kết quả minh họa được trình bày như ở Hình 6.



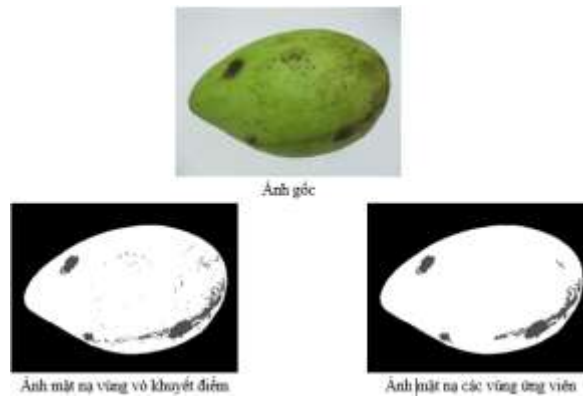
Hình 6. Kết quả xác định vùng chứa khuyết điểm trên vỏ trái xoài

**C. Xác định các vùng ứng viên chứa khuyết điểm**

**1. Lọc kích thước và gán nhãn cho các vùng ứng viên**

Sau khi lọc lấy vùng vỏ chứa khuyết điểm từ vùng trái, chúng tôi nhận thấy số lượng vùng liên thông từ ảnh mặt nạ chứa khuyết điểm rất nhiều, nên chúng tôi chỉ xét những vùng liên thông có số pixel lớn hơn 30 trở lên gọi là vùng ứng viên.

Việc xác định các vùng ứng viên được thực hiện bằng phương pháp duyệt 8 lân cận trên ảnh mặt nạ chứa khuyết điểm [8]. Chúng tôi tiến hành duyệt trên ảnh mặt nạ chứa khuyết điểm, xác định các vùng liên thông và gán nhãn cho các vùng này đồng thời lọc bỏ các vùng có kích thước bé hơn 30 pixels. Tuy nhiên, vì số lượng vùng liên thông rất nhiều nên hệ thống mất khá nhiều thời gian xử lý cho công đoạn này để xác định được các vùng ứng viên chứa khuyết điểm (Hình 7).



**Hình 7.** Kết quả xác định ảnh mặt nạ các vùng ứng viên chứa khuyết điểm

**2. Trích các vùng ứng viên chứa khuyết điểm từ ảnh gốc**

Sau khi đã xác định được các vùng ứng viên, ta tiến hành tách các vùng ứng viên chứa khuyết điểm từ ảnh gốc (ảnh màu RGB đầu vào) theo hai bước sau (Hình 8):



**Hình 8.** Kết quả xác định các vùng ứng viên chứa khuyết điểm trên ảnh gốc

**Bước 1:** Xác định hai điểm chéo bao các vùng ứng viên trên ảnh mặt nạ được gán nhãn.

**Bước 2:** Dựa vào hai điểm chéo và ảnh mặt nạ áp vào ảnh gốc để tạo các ảnh ứng viên.

**D. Nhận dạng khuyết điểm**

**1. Các loại khuyết điểm trên vỏ trái xoài**

Khuyết điểm trên trái xoài cơ bản gồm 4 loại: da cám hoặc nám, đốm nâu hoặc nâu đen, thâm đen và sẹo. Các loại khuyết điểm có đặc trưng hình dáng màu sắc và kết cấu của từng loại khuyết điểm khác nhau.

*Khuyết điểm da cám hoặc nám:* Những vết nám sau đó chuyển sang da cám sần sùi bên ngoài vỏ có màu hơi nâu vàng do côn trùng gây nên.

*Khuyết điểm đốm nâu hoặc nâu đen:* Những vết đốm có màu nâu hoặc nâu đen, đốm có dạng hình hơi tròn hoặc lõm sâu, da sần sùi hặc những khối u nhô lên. Các đốm nâu hoặc nâu đen có thể liên kết lại với nhau.

*Khuyết điểm thâm đen trên vỏ:* Những vết thâm nhỏ màu đen sau đó vết thâm lớn dần có hình dáng hơi tròn.

*Khuyết điểm sẹo trên vỏ:* Do tự nhiên làm cho trái va đập với cành thân tạo nên những vết sẹo có hình dáng khác nhau thường là thon dài, lâu ngày để lại những vết sẹo dài và thâm đen.

Giai đoạn cuối cùng cần thực hiện sau khi trích lấy các vùng ứng viên chứa khuyết điểm từ ảnh gốc là tiến hành phân loại khuyết điểm từ vùng ứng viên này để xác định chính xác có bao nhiêu loại khuyết điểm trên vùng vỏ chứa khuyết điểm. Chúng tôi sử dụng giải thuật học mạng nơron nhân tạo với các tham số đầu vào cho mạng là đặc trưng về màu sắc, hình dáng và kết cấu của ảnh để tiến hành học phân loại và nhận dạng.

## 2. Trích đặc trưng ảnh

Các khuyết điểm trên vỏ trái xoài thường có các đặc điểm về hình dáng (shape) và sự phân bố màu sắc cũng như cấu trúc khác nhau. Từ những đặc điểm trên, chúng tôi sử dụng đặc trưng về màu sắc hình dáng và kết cấu để phân loại khuyết điểm trên vỏ trái xoài. Qua quá trình thực nghiệm chúng tôi nhận thấy các đặc trưng ảnh về màu sắc trên kênh HSV, đặc trưng hình dáng Humoment và đặc trưng kết cấu Mean, Range, Variance,... là phù hợp để nhận dạng khuyết điểm trên vỏ trái xoài.

### 2.1. Đặc trưng màu sắc

Ảnh đầu vào theo hệ màu RGB được chuyển về ảnh theo hệ màu HSV (HSI), phân hoạch không gian màu HSV thành các khoảng (bin) với: 18 bins H, 3 bins S, 3 bins V. Đếm số điểm ảnh có màu tương ứng với các khoảng, vậy đặc trưng màu sắc theo hệ màu HSV có 162 đặc trưng [2].

### 2.2. Đặc trưng hình dáng

Để tính đặc trưng hình dáng, bài báo sử dụng đặc trưng moment bất biến Hu (Hu moment) gồm 16 đặc trưng sử dụng các hàm công cụ của OpenCV [9].

### 2.3. Đặc trưng kết cấu

Ảnh đầu vào được chuyển về ảnh mức xám theo các kênh Red, Green, Blue. Ở mỗi ảnh mức xám thống kê số lượng mức xám, gọi min là giá trị mức xám nhỏ nhất, max là giá trị mức xám lớn nhất, N là tổng số lượng pixel,  $h[i]$  là tổng số lượng pixel ở mức xám thứ  $i$ . Tính 5 đặc trưng thông số kết cấu theo các công thức (8)-(12) như sau [1]:

$$Mean = \frac{1}{N} \sum_{i=\min}^{\max} i.h[i] \quad (8)$$

$$Range = \frac{\max - \min}{255} \quad (9)$$

$$Variance = \frac{1}{N} \sum_{i=\min}^{\max} (i - Mean)^2 .h[i] \quad (10)$$

$$Skewness = \frac{1}{N} \sum_{i=\min}^{\max} (i - Mean)^3 .h[i] \quad (11)$$

$$Kurtosis = \frac{1}{N} \sum_{i=\min}^{\max} (i - Mean)^4 .h[i] \quad (12)$$

## 3. Xây dựng tập cơ sở dữ liệu huấn luyện

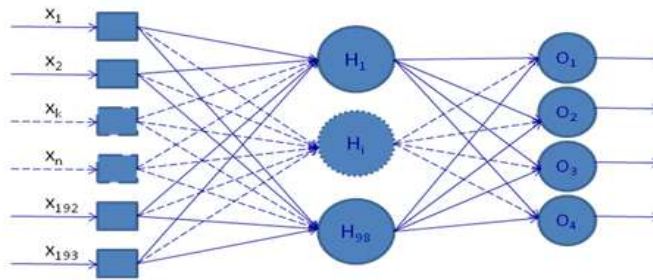
Từ tập ảnh mẫu về trái xoài ta xác định các ảnh ứng viên, sau đó chuẩn hóa các ảnh ứng viên về kích thước 20x20 trích 193 đặc trưng về màu sắc (162 đặc trưng), hình dáng (16 đặc trưng) và kết cấu (15 đặc trưng) và đánh nhãn loại khuyết điểm để xây dựng tập dữ liệu loại khuyết điểm. Ví dụ với ảnh "hinh 001.jpg" gồm 9 vùng ảnh khuyết điểm ứng viên, ở vùng ảnh khuyết điểm ứng viên thứ 1 ảnh gốc đã được bao biên, tách ra và được gán nhãn là đốm nâu hoặc nâu đen, tương tự gán nhãn cho 8 vùng còn lại, sau đó trích đặc trưng và lưu vào tập tin dữ liệu loại khuyết điểm như minh họa ở Bảng 1.

**Bảng 1.** Lưu trữ thông tin trong tập tin dữ liệu phân loại khuyết điểm

STT ảnh	Đặc trưng Color	Đặc trưng Shape	Đặc trưng Texture	Loại khuyết điểm
Hình 001	C1	S1	T1	Da cám hoặc nám
Hình 002	C2	S2	T2	Đốm nâu hoặc nâu đen
Hình 003	C3	S3	T3	Thâm đen
....	....	....	....	....

## 4. Huấn luyện mạng nơron

Bài toán của chúng ta ở đây là phân lớp dữ liệu phi tuyến gồm 193 lớp đầu vào tương ứng với 193 đặc trưng, và 4 lớp đầu ra tương ứng với 4 loại khuyết điểm và 98 nơron cho tầng ẩn Thông thường mạng nơron dùng một tầng ẩn, số lượng các nơron trong tầng ẩn thường được chọn =  $\frac{1}{2}$  (số Neuron tầng input + số nơron trong tầng output) [10] mô hình mạng sẽ được xây dựng như ở Hình 9:



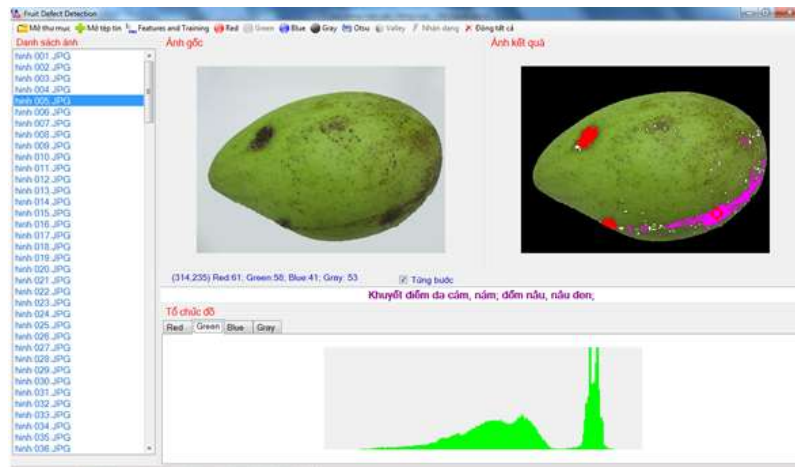
**Hình 9.** Mạng nơron truyền thẳng 2 lớp với 193 nơron đầu vào, 98 nơron tầng ẩn và 4 nơron đầu ra.

Để tăng độ chính xác khi huấn luyện và nhận dạng, tách mạng nơron trên ra 4 mạng riêng (mỗi mạng gồm 193 nơron đầu vào, 98 nơron ở tầng ẩn và 1 nơron ở đầu ra để huấn luyện riêng cho từng mạng. Mặc dù thời gian huấn luyện tăng lên khá lớn nhưng độ chính xác cũng tăng lên đáng kể [10].

5. Nhận dạng khuyết điểm

Với ảnh trái cây cần nhận dạng khuyết điểm, trước tiên xác định các ảnh ứng viên, sau đó chuẩn hóa các ảnh ứng viên về kích thước 20x20. Ở mỗi ảnh ứng viên trích 193 đặc trưng về màu sắc, hình dáng và kết cấu làm đầu vào cho 4 mạng nơron 2 lớp (193 inputs, 98 hiddens, 1 output) để xác định loại khuyết điểm, đầu ra của mạng khuyết điểm nào có giá trị lớn nhất thì khuyết điểm vùng ứng viên thuộc về loại đó.

Một kết quả nhận dạng của hệ thống được trình bày như ở Hình 10.



**Hình 10.** Kết quả thực hiện của hệ thống nhận dạng khuyết điểm trên vỏ trái xoài

**III. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM**

1. Điều kiện thực nghiệm

Để tiến hành thực nghiệm, chúng tôi đã tiến hành chụp ảnh và sưu tập dữ liệu ảnh trái xoài từ các vườn xoài thuộc phạm vi tỉnh An Giang. Ảnh được chụp chính diện bằng máy ảnh Sony Cybershot DSC-W310 với ống kính 12Mpx trong điều kiện ánh sáng ban ngày bình thường. Ảnh chụp với khoảng cách 20cm đến 40cm tính từ máy ảnh đến trái xoài.

Thực nghiệm được tiến hành trên máy tính Dual core 1,6GHZ, Ram 2GB, chạy hệ điều hành Windows và chương trình Visual C++ 2008 cùng mã nguồn mở OpenCV 2.1. Các ảnh thu được sẽ được tiến hành tiền xử lý về dạng ảnh jpeg với độ phân giải 400x300 và chia làm 5 tập:

- Tập 1: Ảnh không chứa khuyết điểm nào cần nhận dạng.
- Tập 2: Ảnh chứa 1 khuyết điểm cần nhận dạng.
- Tập 3: Ảnh chứa 2 khuyết điểm cần nhận dạng.
- Tập 4: Ảnh chứa 3 khuyết điểm cần nhận dạng.
- Tập 5: Ảnh chứa 4 khuyết điểm cần nhận dạng.

2. Kết quả thực nghiệm

Tập dữ liệu bao gồm 219 ảnh với 1595 ảnh vùng ảnh ứng viên xác định loại khuyết điểm. Chúng tôi tiến hành tính toán độ chính xác và kiểm tra thời gian thực hiện trung bình của từng tập ảnh và có được bảng số liệu tổng hợp như được trình bày ở Bảng 2.

**Bảng 2.** Thống kê kết quả nhận dạng của hệ thống

Tập ảnh	Tập 1	Tập 2	Tập 3	Tập 4	Tập 5	Tổng hợp
Số lượng ảnh	70	50	40	30	29	<b>219</b>
Số lượng vùng khuyết điểm cần nhận dạng	70	106	272	425	722	<b>1595</b>
Số lượng vùng đã nhận dạng	70	106	272	425	722	<b>1595</b>
Số vùng nhận dạng đúng	70	103	258	392	657	<b>1480</b>
Số quả nhận dạng sai	0	3	14	33	65	<b>115</b>
Độ chính xác (%)	100.00	97.17	94.85	92.24	91.0	<b>92.79</b>
Thời gian nhận dạng trung bình (ms)	2.436	2.871	3.332	4.675	6.572	<b>&lt;7s</b>

Từ số liệu thống kê ở Bảng 2, chúng ta thấy rằng thời gian nhận dạng tăng của hệ thống dần theo số lượng lỗi cần nhận dạng trên một mẫu ảnh trái xoài và độ chính xác của nhận dạng cũng giảm dần vì số vùng ứng viên cần nhận dạng tăng rất nhanh theo số lỗi. Độ chính xác tổng hợp của quá trình nhận dạng khiếm khuyết trên vỏ trái xoài là 92.97% và thời gian thực hiện nhận dạng là dưới 7s cho một mẫu ảnh kiểm tra. Kết quả này đã chỉ ra rằng phương pháp do chúng tôi đề nghị thể hiện một kết quả hứa hẹn, đầy triển vọng để áp dụng cho các hệ phân loại trái cây tự động dựa trên khuyết điểm bên ngoài vỏ.

#### IV. KẾT LUẬN

Một kỹ thuật hiệu quả để phát hiện và nhận dạng khiếm khuyết trên vỏ trái cây là yêu cầu chính cho hệ thống phân loại chất lượng trái cây theo khiếm khuyết bên ngoài vỏ. Nghiên cứu này đề xuất một giải thuật xử lý ảnh và phân loại mới để nhận dạng khuyết điểm trên vỏ trái xoài. Thuật toán bao gồm các bước chính: phân đoạn ảnh bằng thuật toán Valley-Emphasis, Xác định các vùng liên thông, gán nhãn, lọc kích thước, xác định các vùng ứng viên là vùng chứa khuyết điểm trên vỏ trái, rút trích các đặc trưng màu sắc, hình dáng và kết cấu để tiến hành huấn luyện nhận dạng và phân loại khuyết điểm bằng mạng nơron nhân tạo. Thử nghiệm được tiến hành trên tập dữ liệu 219 ảnh tự tạo với tổng cộng 1595 vùng ứng viên khuyết điểm cần nhận dạng và phân loại. Độ chính xác của hệ thống đạt được là 92.97% và thời gian nhận dạng tối đa dưới 7s cho một mẫu ảnh trái xoài đã khẳng định tính hiệu quả của giải thuật được đề nghị. Kết quả đạt được là rất hứa hẹn cho việc áp dụng vào hệ thống phân loại chất lượng trái cây tự động.

Trong tương lai, chúng tôi sẽ thu thập số liệu ảnh lớn hơn, tiến hành phân tích, so sánh với một số phương pháp phát hiện và nhận dạng khác nhằm thấy rõ hơn ưu, khuyết điểm của phương pháp được đề xuất. Đồng thời, nghiên cứu, xây dựng bộ đặc trưng phù hợp hơn cũng như sử dụng phương pháp phân lớp bằng mô hình máy học vector hỗ trợ (SVM) để nâng cao hiệu suất nhận dạng cũng như giảm thời gian thực hiện của hệ thống.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Jose J. Lopez, Emanuel Aguilera, Maximo Cobos, "Defect Detection and Classification in Citrus Using Computer Vision", Lecture Notes in Computer Science, vol. 5864, no.2, pp.11-18, 2009.
- [2] Qingzhong Li, Maohua Wang, Weikang Gu, "Computer Vision based System for Apple Surface Defect Detection", Journal of Computers and Electronics in Agriculture, Science Direct, vol.36, no.2, pp.215-223, 2002.
- [3] Jing Jin, Jinwei Li, Guiping Liao, Xiaojuan Yu1, Leo Christopher C. Viray, "Methodology for Potatoes Defects Detection with Computer Vision", In Proceeding of 2009 International Symposium on Information Processing, pp.346-351, 2009.
- [4] Devrim UNAY, Bernard GOSSELIN, "Apple Defect and Quality Classification with MLP-Neural Networks", TCTS Laboratory, Faculte Polytechnique de Mons Initialis Scientific Park, 1, Copernic Avenue, B-7000 Mons Belgium.
- [5] Nobuyuki Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol.9, no.1, pp.62-66, 1979.
- [6] Hui-Fuang Ng\*, "Automatic thresholding for defect detection", Journal of Pattern Recognition Letters, Science Direct, vol.36, no.1, pp.1644-1649, 2006.
- [7] Đỗ Năng Toàn, Phạm Việt Bình, "Giáo trình Xử lý ảnh", ĐH Thái Nguyên, Khoa CNTT, Thái Nguyên, 2007.
- [8] Alian Boucher – IFI, "Image processing & Computer vision", course of Computer Vision, Can Tho University.
- [9] <http://docs.opencv.org/doc/tutorials/tutorials.html>: Tài liệu tham khảo về OpenCV.
- [10] Trương Quốc Bảo, Võ Văn Phúc, "Giải thuật mới cho bài toán định vị và nhận dạng biển số xe ô tô", Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, vol.27, No.1, pp.44-55, 2013.

## FORMAT FOR PREPARATION OF PAPER FOR PUBLICATION IN THE PROCEEDING'S FAIR

Truong Quoc Bao, Nguyen Van Vung, Truong Quoc Dinh

**ABSTRACT**— In this paper, we propose the computer vision algorithms combined with machine learning technique to detect and recognize defects on the surface of mango peel. The approach consists of these major steps: separation of image regions containing mangoes out of background and extract defect regions from the fruits image after improving the contrast of the mango image. Next, from the regions of mango peel which contain defects, we applied 8 neighborhood order, size filtering, region labeling to select the candidate regions on mango peel may be defective regions. Finally, Neural networks are built to identify and classify defects on a mango peel. The experiment is performed on 219 our-self images data which has about 1595 candidates need to identify areas for achieving accuracy is 92.79% and time recognition under 7s for an image of mango has confirmed the effectiveness of the proposed algorithms.

**Keywords**—Fruit peel defects, image segmentation, pattern recognition, mangoes, neural network.