

# Hệ thống phân loại lô hội bằng camera

## Developing aloe vera sorting system based on camera

Tường Phước Thọ<sup>\*</sup>, Nguyễn Trường Thịnh

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

\*Email: thotp@hcmute.edu.vn

Mobile: 0969956596

---

### Tóm tắt

#### Từ khóa:

Lô hội; Nguyên liệu lô hội; Phân loại; Sơ chế lô hội; Xử lý ảnh;

Bài báo đề xuất một giải pháp phân loại phần thịt lá lô hội sau khi tách vỏ để loại bỏ các lá lô hội chưa tách vỏ hoàn toàn từ các máy tách vỏ. Do các mảnh vỏ này sẽ gây khó khăn cho việc loại bỏ sau khi qua máy thái hạt lựu. Từ yêu cầu của các cơ sở ứng dụng, máy phân loại phần thịt lá lô hội được thiết kế để tích hợp vào giữa máy tách vỏ và máy thái hạt lựu. Giải pháp thực hiện là ứng dụng công nghệ xử lý ảnh để nhận diện các phần thịt lô hội còn sót vỏ. Sau đó đưa tín hiệu cho cơ cấu chấp hành thực hiện phân loại.

---

### Abstract

#### Keywords:

Aloe vera; Peeling aloe; Sorting system; Image processing.

The paper proposes a solution to sort aloe vera after peeling to remove the unpeeled leaves from the peeling machines, as these peels would be difficult to remove after passing the dicing machine. Based on the requirements of the facilities applying this method, the aloe vera sorting system is designed to be integrated into the peeling machine. The implementation solution is based on image processing technology to identify the aloe vera fillets. After that, the signal is transferred to the actuator that performs the sorting process.

---

Ngày nhận bài: 29/06/2018

Ngày nhận bài sửa: 08/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

---

## 1. GIỚI THIỆU

Lô hội chứa rất nhiều thành phần có ích như các vitamin tốt cho da và sức khỏe. Các sản phẩm được sản xuất từ lô hội rất đa dạng và ngày càng phổ biến. Trong quy trình sơ chế lá lô hội trong công nghiệp (**hình 2**), lá lô hội sẽ được xử lý theo nhiều bước. Thứ nhất, sau khi xếp lá từ băng tải, chúng sẽ được đưa đến bồn rửa nơi công nhân sẽ loại bỏ chất bẩn trên lá. Sau đó, một nhóm công nhân sẽ chịu trách nhiệm cắt đầu và đuôi lá Aloe Vera, bước tiếp theo là lá lô hội sẽ được tách vỏ bởi người công nhân để lấy phần thịt lá bên trong, đó là phần chính để tạo ra nhiều sản phẩm từ lô hội. Sau đó phần thịt này sẽ được qua các công đoạn tiếp theo như chà, thái hạt,... Ngoài ra có một số máy tách vỏ lá lô hội được sử dụng để thay thế số lượng lớn công nhân, tuy nhiên vẫn đề khó khăn gặp phải trong quá trình tách vỏ lá lô hội bằng máy là phải cần một lượng công nhân kiểm tra lô hội sau tách vỏ để tách các phần thịt còn sót vỏ, để không gây ra phế phẩm trong các công đoạn sau.



Rửa và cắt đầu đuôi lá lô hội



Tách vỏ



Kiểm tra thịt lá

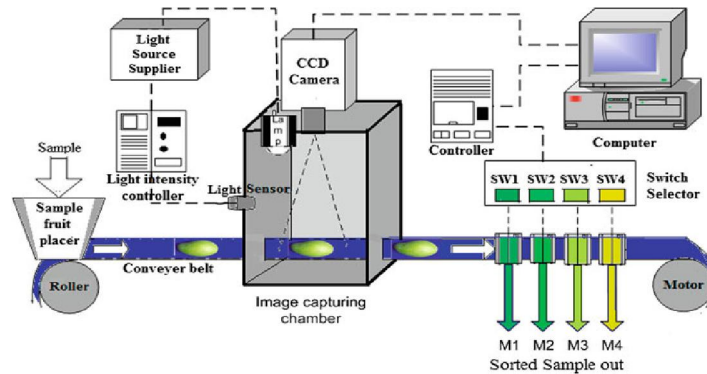
**Hình 1.** Công đoạn sơ chế lô hội

Đáp ứng yêu cầu thay thế số lượng lớn công nhân trong tiến trình phân loại phân thịt lô hội tại các nhà máy, chúng tôi muốn thiết kế một hệ thống hoàn toàn tự động với công suất và độ chính xác cao. **Hình 1** là một hệ thống phân loại điển hình. Một camera được đặt trên đầu hộp bên trên băng tải và các thiết bị truyền động được lắp đặt ở cuối băng tải để sắp xếp đầu ra. Camera kết nối với máy tính, có nhiệm vụ nhận biết các lá chuyển động trên băng tải, gửi các hình ảnh đến máy tính để xử lý. Cuối cùng, máy tính gửi tín hiệu để kích hoạt bộ truyền động tiến hành phân loại sản phẩm.

Mục đích của quá trình phân loại là để tách các phân thịt lô hội còn sót vỏ sau quá trình tách vỏ. Để phân loại tự động là khả thi, các vấn đề sau đây phải được giải quyết một cách có hiệu quả:

- Phân vỏ sót lại có thể ở bất cứ đâu trên lá Aloe Vera
- Xử lý hình ảnh thời gian thực
- Yêu cầu phần cứng tối thiểu

Hai dạng chính cho hệ thống phân loại được thể hiện trong **Hình 3**.



**Hình 2.** Hệ thống phân loại



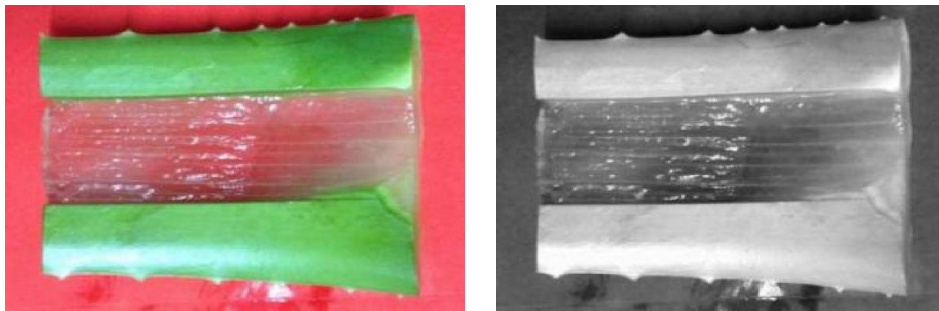
**Hình 3.** Phi lê lô hội đạt yêu cầu và không đạt yêu cầu - còn sót vỏ

## 2. PHÂN TÍCH GIẢI THUẬT XỬ LÝ TÍNH HIỆU TỪ CAMERA

Có nhiều phương pháp xử lý tính hiệu từ camera để truy xuất các thuộc tính của đối tượng [1]. Ở đây, chương trình xử lý ảnh xác định vị trí và tính toán dữ liệu cho cơ cấu thực thi gồm hai giai đoạn: Xử lý ảnh đưa ra vị trí đối tượng; Lưu trữ và tính toán số liệu để gửi cho cơ cấu chấp hành của hệ thống phân loại hoạt động. Giai đoạn xử lý ảnh gồm các bước sau:

### 2.1. Thu nhận ảnh (Chụp ảnh)

Camera đặt ở phía trên của băng tải sẽ chụp ảnh mỗi 100ms để xử lý. **Hình 4(a)** là ảnh nhận được từ camera.



**Hình 4.** a) Mẫu đối tượng nhận dạng, b) Kênh màu xanh lá cây

### 2.2. Tách kênh màu (tách nền) và làm mượt ảnh (lọc nhiễu)

Ảnh nhận được từ camera là ảnh màu 3 kênh RGB (Red-Green-Blue). Chương trình sẽ tách 1 kênh Green của ảnh để xử lý vì băng tải có màu xanh lá nên những phần có màu xanh lá sẽ tối hơn những phần còn lại. Sau bước này, ảnh sẽ trở thành ảnh xám với phần tối hơn là những phần có màu xanh lá nhiều hơn.

Ảnh thu được sau khi tách nền có nhiều tính hiệu nhiễu do ánh sáng, màu sắc của các đối tượng, bước này được dùng để loại bỏ nhiễu và làm mượt ảnh giúp việc phân đoạn ảnh chính xác hơn. Sau khi lọc nhiễu, ta thu được ảnh như **Hình 4(b)**.

### 2.3. Cắt khung hình

Khung hình thu được từ camera và xử lý qua các bước trước là khung hình rộng chứa toàn bộ thị trường của camera, chứa tổng thể khu vực băng tải, có cả thành băng tải và những phần ngoài băng tải. Nhưng khu vực cần xử lý chỉ tập trung vào phần băng tải có chứa các đối tượng nên chúng ta phải giới hạn lại khu vực để xử lý.



**Hình 5.** Ảnh sau khi tách ngưỡng

## 2.4. Tách ngưỡng (thresholding)

Đây là bước quan trọng của quy trình xử lý ảnh dùng để xác định đối tượng. Các Pixel trong khung hình sẽ có mức xám từ 0 - 255, mức 0 tương đương với màu đen, mức 255 tương đương với màu trắng. Trong bước này người lập trình sẽ chọn một vùng xám nhất định (ví dụ từ mức xám 180 đến 255), nếu một pixel trong ảnh có mức xám nằm trong vùng xám đó thì pixel đó sẽ chuyển thành 255 nghĩa là trắng, nếu không pixel đó sẽ chuyển thành 0 nghĩa là đen.

Như vậy sau công việc tách ngưỡng, ta nhận được một ảnh nhị phân (trắng đen - **Hình 5**) và theo chương trình thì trắng là đối tượng cần xác định, đen là phần vỏ còn sót lại, qua đó ta xác định được các đối tượng cần phân loại.

## 2.5. Dán nhãn đối tượng (labeling)

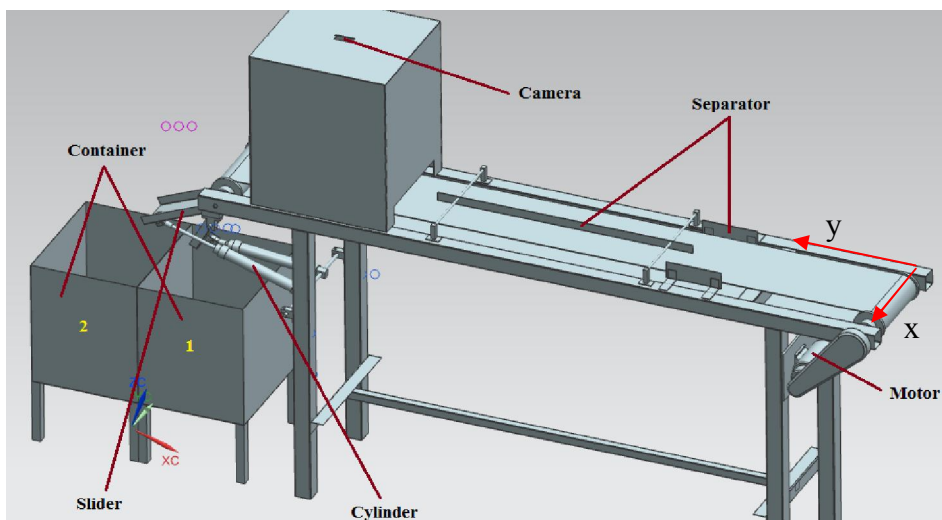
Trong bước xử lý thô, các nhiễu tác động sẽ được giảm bằng cách áp dụng bộ lọc và ngưỡng sẽ được thêm vào cho ra các kết quả nhận dạng hình ảnh tốt. Để nhận ra các mức độ khác nhau của màu xanh lá cây hoặc xám, chúng tôi thử nghiệm thực tế để thiết lập ngưỡng, cũng thay đổi hình ảnh màu xám thành hình nhị phân. Điều này có nghĩa là các khung chỉ có màu đen đại diện cho đối tượng không phải màu xanh lá cây và màu trắng đối với các đối tượng màu xanh lá cây. Đây là một bước cực kỳ quan trọng để giảm dung lượng dữ liệu bởi vì quá trình xử lý hình ảnh là liên tục nên số lượng khung hình rất nhiều dẫn đến bộ nhớ lớn và có thể gây ra một số vấn đề như quá tải hoặc không chính xác...

Tiếp tục bước thứ ba, các điểm ảnh sẽ được gắn nhãn và các điểm ảnh cao sẽ được nhóm vào một hộp sẽ là khu vực của phần vỏ còn sót lại.

Cuối cùng, phần mềm sẽ hiển thị các hình ảnh được xử lý từ camera đến cửa sổ của giao diện điều khiển trên nền MATLAB. Phần mềm sẽ vẽ một khung viền bao quanh đối tượng màu xanh lá cây được phát hiện với tọa độ trung tâm ở giữa của khung bao quanh. Sau đó, sẽ gửi tín hiệu đến bộ điều khiển để kích hoạt bộ truyền động của cơ cấu phân loại.

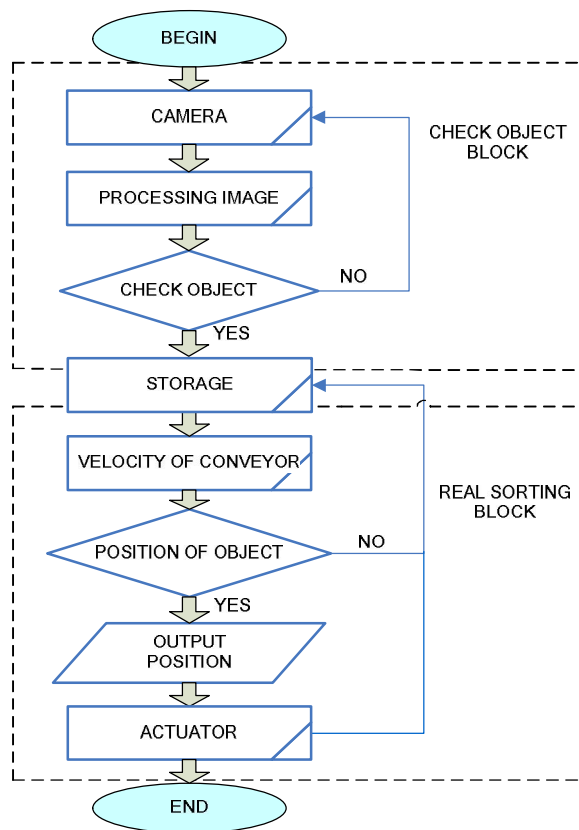
## 3. ĐỒNG BỘ VỚI CƠ CẤU CHẤP HÀNH

### 3.1. Cơ cấu phân loại



**Hình 6.** Thiết kế cơ cấu phân loại

Trong công nghiệp, có rất nhiều cơ cấu chấp hành được sử dụng để phân loại sản phẩm như robot, sà, kẹp, hút,... ứng dụng cho nhiều loại đối tượng khác nhau. Do phi lê lô hội rất tròn, hình dạng không cố định và đầu ra của máy tách vỏ là nhiều dây fillet trên một băng tải nên việc sử dụng phương án gắp bằng robot là không khả thi. Một cơ cấu sử dụng xy lanh khí nén điều khiển các máng trượt phân loại với tốc độ cao, và dễ dàng hiệu chỉnh cơ cấu để tăng năng suất - **Hình 6** mô tả cơ cấu phân loại 2 hàng cấp liệu, cơ cấu gồm 1 băng tải dẫn liệu từ máy tách vỏ, sau khi đi qua các thanh dẫn hướng sẽ được tách thành 2 hàng để đi vào hộp nhận dạng có gắn camera. Sau khi hệ thống nhận dạng hoạt động sẽ xuất tín hiệu để phân phối liệu thành 2 loại đạt và không đạt vào các thùng chứa 1 và 2.



**Hình 7.** Giải thuật điều khiển quá trình phân loại

Để thiết lập tính hiệu điều khiển cơ cấu chấp hành nhận lệnh từ phần mềm điều khiển, một bộ điều khiển được sử dụng để kết nối giữa máy tính và cơ cấu chấp hành theo sơ đồ trên **hình 7**. Tất cả các hoạt động sẽ được điều khiển thông qua một giao diện, có hai chế độ: tự động và bằng tay, trên phần mềm MATLAB. Trong chế độ tự động, hệ thống sẽ chạy tự động bất cứ khi nào có đầu vào băng chuyền. Trong chế độ thủ công, máy có thể chạy bất kỳ thiết bị đơn lẻ nào như xi lanh và camera. Ngoài ra, có panel điều khiển băng tải để bật hoặc tắt băng tải. Như vậy, từ tọa độ pixel trong ảnh, chương trình sẽ nội suy theo một hàm số để đưa ra tọa độ của đối tượng trong thực tế. Hàm nội suy này phụ thuộc vào độ cao từ camera đến băng tải, góc chụp của camera và mặt phẳng băng tải, vị trí tương đối giữa camera, băng tải và cơ cấu thực thi là 2 máng trượt phân loại. Nếu thay đổi các thông số trên thì hàm nội suy cũng phải thay đổi theo. Sau khi nội suy ra các thông số, chương trình sẽ lưu các thông số vào một mảng dữ liệu để lưu trữ và xử lý [2][3].

### 3.2. Vận tốc băng chuyền

Trong hệ thống phân loại tự động, mật độ các đối tượng trên băng chuyền khác nhau ở các thời điểm khác nhau. Do đó, băng chuyền phải di chuyển nhanh khi mật độ thấp, và chậm khi mật độ cao để nâng cao năng suất trong khi vẫn đảm bảo không bỏ sót một vật nào.

Giả sử vận tốc lớn nhất của băng chuyền là  $v_{max}$ , ( $y_{min}$ ,  $y_{max}$ ) là vị trí tác động tối ưu của cơ cấu chấp hành (dựa vào thời gian tác động của máng trượt). Vị trí của vật thể mà máng trượt tác động phân loại là ( $y$ ) khi máng trượt bắt đầu di chuyển,  $v_t$  là vận tốc của băng chuyền tại thời điểm này. Ta có:

$$v = \begin{cases} v_{max} & (y \leq 0) \\ v_{max} \frac{(y_{max} - y)}{y_{max}} & (0 < y \leq y_{max}) \\ 0 & (y_{max} < y) \end{cases} \quad (1)$$

Để giảm thiểu tác động bên ngoài làm thay đổi vận tốc của băng chuyền, ta sử dụng quy luật hình sine trong xử lý vận tốc. Gia tốc tối đa của băng chuyền là  $a'_{max}$ , sẽ thay đổi từ  $v_1$  đến  $v_2$  ( $v_2 > v_1$ ). Trong quá trình này, gia tốc của băng chuyền sẽ là:

$$a' = (1 + a'_{max} \sin(\frac{2\pi t}{T'} + \frac{3\pi}{2})) \quad (2)$$

trong đó  $T' = \frac{v_2 - v_1}{a'_{max}}$

### 3.3. Tính toán vị trí tác động máng trượt

Với băng chuyền di chuyển dọc theo trục  $y$  (**hình 6**), vì vậy vị trí theo thời gian thực sẽ là:

$$y = y_n + \int_0^t v dt \quad (3)$$

Trong đó,  $y_n$  là vị trí của đối tượng tại thời điểm máng trượt bắt đầu di chuyển đến vị trí phân loại,  $v$  là vận tốc của băng chuyền, ta có:

$$y = y_n + \frac{v_2 + v_1}{2} \frac{v_2 - v_1}{a'_{max}} + v_2 \cdot A \quad (4)$$

$$\text{Với } A = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{S_1}{(\frac{1}{8\pi} + \frac{1}{8})a_{max}}} + \sqrt{\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{(\frac{1}{8\pi} + \frac{1}{8})a_{max}}} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{S_3}{(\frac{1}{8\pi} + \frac{1}{8})a_{max}}} - \frac{v_2 - v_1}{a'_{max}}$$

Như vậy, do đối tượng trong hệ thống phân loại luôn chuyển động theo vận tốc băng tải và máng phải tác động để phân loại đối tượng đang chuyển động. Để dễ dàng tính toán thời điểm tác động của máng trượt, băng tải được đặt sao cho hướng chuyển động của băng tải trùng với trục  $Y$  của camera. Do đó, khi băng tải chuyển động, tọa độ của đối tượng sẽ chỉ thay đổi theo trục  $Y$ . Sau khi đồng bộ tọa độ của trục  $y$  theo vận tốc băng tải, nếu tọa độ của đối tượng nằm trong vùng tọa độ phân loại thì chương trình sẽ thực hiện chu trình phân loại. Thời gian tác động của máng trượt được tính toán theo vận tốc trượt thực nghiệm với góc nghiêng phù hợp, đảm bảo hệ thống phân loại liên tục và kịp thời.



#### 4. THỰC NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ

Một bước quan trọng để xem xét chất lượng của một hệ thống là tiến hành thực nghiệm với nhiều sản phẩm để đánh giá hiệu quả. Chúng tôi thực nghiệm với 50 lá lô hội và khả năng phân loại của hệ thống đạt độ chính xác là 90% với 5 lần phân loại sai trong quá trình hoạt động. Trong 5 sản phẩm lỗi, 2 trong số đó là vì lập trình vì giao diện không thể nhận ra lá màu xanh lá cây và các thiết bị truyền động ở chế độ phân loại quá sớm trước khi lá rơi. Ba sản phẩm còn lại là do cơ cấu cơ khí làm lá bị mắc kẹt ở thanh trượt trong khi rơi. **Hình 8** là giao diện phân loại, các đối tượng phân loại được đánh dấu bởi hình chữ nhật màu đỏ và tọa độ đối tượng. **Hình 9** là hệ thống phân loại hoạt động, khu vực nhận diện được thiết kế trong buồng chiếu sáng để tăng độ ổn định nhận dạng. Kết quả thực nghiệm cho thấy cơ cấu chấp hành hoạt động ổn định, có thể tăng số lượng cơ cấu chấp hành để tăng năng suất mà không làm thay đổi kết cấu hệ thống.



**Hình 8.** Giao diện phân loại



**Hình 9.** Thực nghiệm phân loại

## 5. KẾT LUẬN

Qua thực nghiệm cho thấy tính hiệu quả của hệ thống phân loại phi lê lá lô hội, hệ thống hoạt động ổn định, cho năng suất cao, có thể tích hợp vào hệ thống tách vỏ thành một hệ thống hoàn chỉnh. Hệ thống phân loại có giá thành thấp, có thể ứng dụng vào sản xuất. Thiết kế hệ thống có thể dễ dàng tăng năng suất bằng cách thêm các máng trượt song song mà không cần thay đổi cấu hình hệ thống. Độ chính xác phân loại có thể được cải thiện với các cải tiến về chế độ thu nhận ảnh, tốc độ cơ cấu chấp hành.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Rafael C. Gonzalez, "*Digital Image Processing using MATLAB*", 2000, pp.406-600.
- [2]. Katsuhiko Otaga, *Discrete-Time Control Systems*, Pearson Education, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 1995.
- [3]. Setsuo Hashimoto, Naoyuki Kubota, and Fumio Kojima. *Human and Detection Using Evolutionary Computation for Gestures Recognition of a Partner Robot*. Faculty of Economics, Kyoto Gakuen University, 1-1 Ootani, Nanjyo, Sogabe-cho, Kameoka, Kyoto, 621-8551, Japan, 2006.