

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TRONG MÁY TÁCH MÀU GẠO NĂNG SUẤT 800KG/GIỜ

DESIGNING CONTROL SYSTEM IN RICE SORTING MACHINE 800KG/H

Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Thanh Nam, Lê Thanh Sơn, Phạm Văn Duy,
Lê Minh Kim, Hoàng Đức Liên

Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Điều khiển số và Kỹ thuật Hệ thống, Trường Đại học Bách khoa,
Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Để đảm bảo tính cạnh tranh của doanh nghiệp Việt Nam trước xu hướng toàn cầu hóa, việc nội địa hóa các thiết bị máy móc trên thị trường là một nhu cầu cấp thiết. Máy tách màu gạo là một ví dụ, khi nước ta vẫn phải nhập khẩu và đang có nhu cầu lớn trong khu vực. Có thể nói, máy tách màu gạo là thiết bị không thể thiếu được trong dây chuyền sản xuất chế biến lúa gạo hiện đại, góp phần nâng cao chất lượng gạo xuất khẩu. Do đó, việc chế tạo máy tách màu gạo là cần thiết và để thực hiện được mục tiêu này thì thiết kế hệ thống điều khiển cho toàn máy là nội dung rất quan trọng. Kết quả nghiên cứu trong bài báo về thiết kế hệ thống điều khiển trên cơ sở nghiên cứu các kỹ thuật điều khiển máy và lập trình nhận dạng, kết hợp với thiết kế hệ thống cơ khí sẽ quyết định khả năng làm việc của máy tách màu gạo, giúp cho việc rút ngắn khoản cách về công nghệ so với thế giới.

Từ khóa: Máy tách màu gạo, cụm cấp liệu rung, cụm máng dẫn gạo, cụm camera phân loại, cụm đèn chiếu sáng, cụm đầu phun phân loại gạo, cụm thùng chứa liệu, cụm khung máy, hệ thống cấp khí.

ABSTRACT

In the stage of the globalization, the need of equipment localization for the domestic market is an urgent matter. The rice sorting machine is an indispensable equipment in a modern rice production line to improve the quality of export rice, it is needed to do research for fully design and development because of the demands of the domestic and the Southeast Asia areamarket. The design of the control system for sorting machine in this paper basing on the automation technique, rice recognigation and mechanical system will define capability of the sorting machine to improve the quality of the export rice.

Keywords: Rice colour sorting machine, vibrating feeder part, rice direction guideline part, camera part, LED part, air nozzles part material container part, machine frame part, air supply system.

1. GIỚI THIỆU

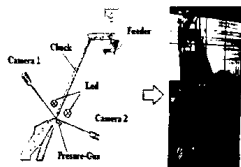
Hiện, giá gạo xuất khẩu của Việt Nam luôn thấp hơn giá gạo xuất khẩu của các nước khác trên thế giới do chất lượng gạo chưa cao [1]; vì vậy, máy tách màu gạo là thiết bị rất cần thiết trong quá trình chế biến gạo chất lượng cao phục vụ nhu cầu xuất khẩu và cần được nghiên cứu nội địa hóa các khâu thiết kế, chế tạo.

Để thực hiện được nhiệm vụ này, việc thiết kế hệ thống điều khiển cho máy tách màu gạo trên cơ sở nghiên cứu các kỹ thuật điều khiển, cũng như nghiên cứu lập trình nhận dạng kết hợp với thiết kế hệ thống cơ khí là nội dung rất quan trọng, quyết định khả năng làm việc của máy tách màu gạo và cũng là vấn đề mới cần nghiên cứu.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

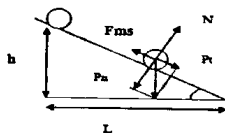
Để xây dựng một hệ thống điều khiển tốt, trước hết cần phải hiểu toàn bộ quá trình vận hành máy, từ đó thực hiện các tính toán thời gian đáp ứng phần cứng của hệ thống cơ khí và thời gian đáp ứng phần điều khiển thì mới đảm bảo toàn bộ hệ thống hoạt động như mục tiêu điều khiển đề ra [2].

Hình 1, cho thấy tổng thể hoạt động của máy tách màu gạo. Sau khi rơi từ máng rung qua máng trượt, hạt gạo sẽ được nhận dạng bởi camera. Nếu gạo là xấu, hệ thống sẽ kiểm soát súng phun khí để loại bỏ nó ra khỏi dòng gạo. Trên cơ sở tính toán tốc độ của hạt gạo đi quacamera có thể biết được thời gian gạo đi tới vị trí của súng phun khí. Việc kết hợp các thông số thời gian này là cơ sở để tính toán điều khiển cho toàn hệ thống tách màu gạo.



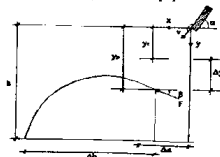
Hình 1. Mô hình máy tách màu gạo của nhóm thực hiện với năng suất 800kg/giờ

2.1. Tính toán thời gian thực của máy tách màu gạo



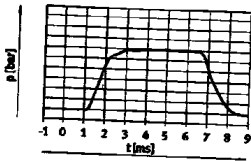
Hình 2. Quỹ đạo trượt với góc β

Trên hình 2, là mô hình giả lập quỹ đạo trượt của hạt gạo với góc β . Hạt gạo tại đây được xem như là một vật trượt tự do trên một mặt phẳng có một góc nghiêng cố định. Các lực tác dụng trên hạt gạo được thể hiện như hình vẽ. Sau khi tính toán vận tốc gạo ra khỏi máng, ta xác định quỹ đạo và điểm rơi của gạo trong quá trình phân loại, giúp xác định vận tốc của hạt gạo khi thoát khỏi máng trượt, từ đó xác định thời gian cho toàn bộ bài toán [3].



Hình 3. Quỹ đạo gạo sau khi thoát khỏi máng trượt

Việc tính toán thời gian gạo rơi từ máng đến vị trí phun khí của súng phun cũng giúp xác định loại van khí cần thiết để có thể sử dụng trong máy tách màu gạo. Hình 4, thể hiện mối tương quan giữa thông số thời gian đáp ứng của thiết bị với áp suất yêu cầu của van khí nén.

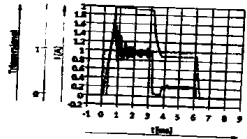


Hình 4. Trạng thái làm việc của van điều khiển

Vấn đề nữa đặt ra là vận tốc của gạo khi qua súng phun khí là rất cao nên súng phun khí cần thỏa mãn hai điều kiện, đó là: Khả năng đáp ứng nhanh ở tần số cao và lưu lượng khí trong thời gian ngắn phải đủ để có thể thổi hạt gạo ra khỏi quỹ đạo bay thông thường từ máng trải liệu đi xuống. Để xác định các thông số cho thiết bị, ta thực hiện đồng thời đo đạc các thông số theo từng phần rồi tổng hợp lại và tinh chỉnh các yếu tố thời gian với việc thực hành khảo nghiệm.

Dựa trên kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu và khảo nghiệm hệ thống điều khiển và cơ khí kết hợp với các tính toán hiệu chỉnh thông số, ta chọn thiết bị với van khí có tốc độ 1000Hz và lưu lượng 160 lít/phút là thiết bị phù hợp, đảm bảo được hai tiêu chí điều khiển như trên để phục vụ cho quá trình thiết kế hệ thống điều khiển cụm phân loại trong mô hình máy tách màu gạo.

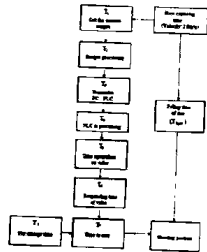
Hình 5 cho thấy, cách thức điều khiển van khí. Để kích hoạt van khí cần cấp cho van khí nguồn năng lượng điện 24V trong khoảng thời gian 1ms [4].



— Current in the supply line at 24 V
 - - - Coil current
 - - - - - Trigger signal

Hình 5. Cách thức điều khiển van khí

Các khoảng thời gian tính toán có thể tổng hợp dưới dạng biểu đồ thời gian đáp ứng của hệ thống như sau:



Hình 6. Biểu đồ tính toán thời gian

Bảng 1, cho thấy thời gian xử lý hình ảnh tương đương 2ms. Thời gian đáp ứng ($T_{response}$) của hệ thống kiểm soát phải nhỏ hơn khoảng thời gian hạt gạo rơi ra khỏi máng đến vị trí súng bắn phân loại ($T_{falling}$) [5]. Do thời gian đáp ứng phần cứng của quá trình gạo rơi là không thể thay đổi nên việc tăng hoặc giảm $T_{falling}$ được thực hiện bằng cách thay đổi thông số thiết bị để chỉnh thô và chỉnh tinh, cụ thể:

- Việc chỉnh thô được thực hiện bằng cách giảm tốc độ cấp liệu và khoảng cách từ vị trí camera nhận dạng đến vị trí súng phun khí [6].

1. GIỚI THIỆU

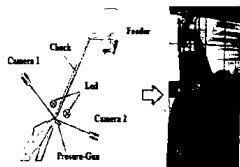
Hiện, giá gạo xuất khẩu của Việt Nam luôn thấp hơn giá gạo xuất khẩu của các nước khác trên thế giới do chất lượng gạo chưa cao [1]; vì vậy, máy tách màu gạo là thiết bị rất cần thiết trong quá trình chế biến gạo chất lượng cao phục vụ nhu cầu xuất khẩu và cần được nghiên cứu nội địa hóa các khâu thiết kế, chế tạo.

Để thực hiện được nhiệm vụ này, việc thiết kế hệ thống điều khiển cho máy tách màu gạo trên cơ sở nghiên cứu các kỹ thuật điều khiển, cũng như nghiên cứu lập trình nhận dạng kết hợp với thiết kế hệ thống cơ khí là nội dung rất quan trọng, quyết định khả năng làm việc của máy tách màu gạo và cũng là vấn đề mới cần nghiên cứu.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

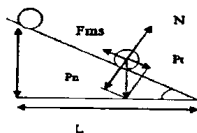
Để xây dựng một hệ thống điều khiển tốt, trước hết cần phải hiểu toàn bộ quá trình vận hành máy, từ đó thực hiện các tính toán thời gian đáp ứng phần cứng của hệ thống cơ khí và thời gian đáp ứng phần điều khiển thì mới đảm bảo toàn bộ hệ thống hoạt động như mục tiêu điều khiển đề ra [2].

Hình 1, cho thấy tổng thể hoạt động của máy tách màu gạo. Sau khi rơi từ máng rung qua máng trượt, hạt gạo sẽ được nhận dạng bởi camera. Nếu gạo là xấu, hệ thống sẽ kiểm soát súng phun khí để loại bỏ nó ra khỏi dòng gạo. Trên cơ sở tính toán tốc độ của hạt gạo đi qua camera có thể biết được thời gian gạo đi tới vị trí của súng phun khí. Việc kết hợp các thông số thời gian này là cơ sở để tính toán điều khiển cho toàn hệ thống tách màu gạo.



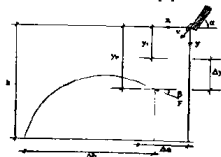
Hình 1. Mô hình máy tách màu gạo của nhóm thực hiện với năng suất 800kg/giờ

2.1. Tính toán thời gian thực của máy tách màu gạo



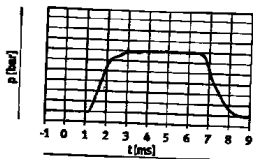
Hình 2. Quỹ đạo trượt với góc β

Trên hình 2, là mô hình giả lập quỹ đạo trượt của hạt gạo với góc β . Hạt gạo tại đây được xem như là một vật trượt tự do trên một mặt phẳng có một góc nghiêng cố định. Các lực tác dụng trên hạt gạo được thể hiện như hình vẽ. Sau khi tính toán vận tốc gạo ra khỏi máng, ta xác định quỹ đạo và điểm rơi của gạo trong quá trình phân loại, giúp xác định vận tốc của hạt gạo khi thoát khỏi máng trượt, từ đó xác định thời gian cho toàn bộ bài toán [3].



Hình 3. Quỹ đạo gạo sau khi thoát khỏi máng trượt

Việc tính toán thời gian gao rơi từ máng đến vị trí phun khí của súng phun cũng giúp xác định loại van khí cần thiết để có thể sử dụng trong máy tách màu gao. Hình 4, thể hiện mối tương quan giữa thông số thời gian đáp ứng của thiết bị với áp suất yêu cầu của van khí nén.

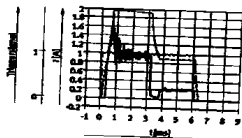


Hình 4. Trạng thái làm việc của van điều khiển

Vấn đề nữa đặt ra là vận tốc của gao khi qua súng phun khí là rất cao nên súng phun khí cần thỏa mãn hai điều kiện, đó là: Khả năng đáp ứng nhanh ở tần số cao và lưu lượng khí trong thời gian ngắn phải đủ để có thể thổi hạt gao ra khỏi quỹ đạo bay thông thường từ máng trải liệu đi xuống. Để xác định các thông số cho thiết bị, ta thực hiện đồng thời đo đạc các thông số theo từng phần rồi tổng hợp lại và tinh chỉnh các yếu tố thời gian với việc thực hành khảo nghiệm.

Dựa trên kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu và khảo nghiệm hệ thống điều khiển và cơ khí kết hợp với các tính toán hiệu chỉnh thông số, ta chọn thiết bị với van khí có tốc độ 1000Hz và lưu lượng 160 lít/phút là thiết bị phù hợp, đảm bảo được hai tiêu chí điều khiển như trên để phục vụ cho quá trình thiết kế hệ thống điều khiển cụm phân loại trong mô hình máy tách màu gao.

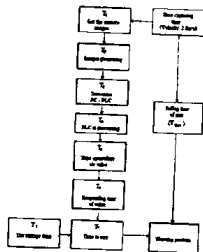
Hình 5 cho thấy, cách thức điều khiển van khí. Để kích hoạt van khí cần cấp cho van khí nguồn năng lượng điện 24V trong khoảng thời gian 1ms [4].



— Current in the supply line at 24 V
 - - - Coil current
 Trigger signal

Hình 5. Cách thức điều khiển van khí

Các khoảng thời gian tính toán có thể tổng hợp dưới dạng biểu đồ thời gian đáp ứng của hệ thống như sau:



Hình 6. Biểu đồ tính toán thời gian

Bảng 1, cho thấy thời gian xử lý hình ảnh tương đương 2ms. Thời gian đáp ứng (T_{response}) của hệ thống kiểm soát phải nhỏ hơn khoảng thời gian hạt gao rơi ra khỏi máng đến vị trí súng bắn phân loại (T_{falling}) [5]. Do thời gian đáp ứng phần cứng của quá trình gao rơi là không thể thay đổi nên việc tăng hoặc giảm T_{falling} được thực hiện bằng cách thay đổi thông số thiết bị để chỉnh thô và chỉnh tinh, cụ thể:

- Việc chỉnh thô được thực hiện bằng cách giảm tốc độ cấp liệu và khoảng cách từ vị trí camera nhận dạng đến vị trí súng phun khí [6].

- Việc chỉnh tinh thời gian đáp ứng bằng giải pháp điều chỉnh hệ thống phần mềm kiểm soát van khí, nhằm tăng hay giảm thời gian truyền tải tín hiệu kích hoạt van khí nên sao cho phù hợp.

Bảng 1. Thời gian đáp ứng của từng bộ phận trong hệ thống tách màu gạo:

Chú thích	Kí hiệu	Thời gian	Đơn vị
Từ camera đến điều khiển trung tâm	t_1		ms
Thời gian xử lý ảnh	t_2	X	ms
Từ điều khiển trung tâm đến điều khiển van khí	t_3	1	ms
Thực thi của hệ thống điều khiển van khí	t_4	2	ms
Thời gian đóng/mở van khí	t_5	1.5	ms
Thời gian di chuyển của khí tới súng	t_6	1.406	ms
Thời gian di chuyển của khí tới gạo	t_7	1.15	ms
Tổng thời gian đáp ứng của hệ thống	T_{respond}	$8.056 + X$	ms
Thời gian rơi của hạt gạo	T_{falling}	10	ms

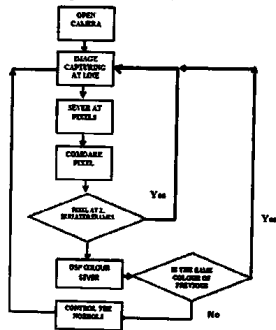
2.2. Hệ thống xử lý ảnh và điều khiển

Để thực hiện phân loại màu sắc, các nghiên cứu về chất lượng gạo là rất quan trọng. Như trên hình 6, gạo sau khi chế biến có thể được chia thành 4 nhóm a, b, c, d. Loại tốt thuộc nhóm c khi không có hạt thuộc nhóm a, b (dưới 3%) và có thể là loại d nếu tỷ lệ đục của nó trong gạo là dưới 75%.



Hình 6. Gạo tốt và gạo xấu

Các thuật toán nhận dạng dựa trên nguyên tắc đếm số lượng điểm ảnh vượt quá ngưỡng màu xám, nếu có một điểm ảnh vượt quá ngưỡng màu xám, tổng số điểm ảnh trên ngưỡng sẽ tăng một điểm ảnh. Khi tổng số điểm ảnh trên ngưỡng vượt quá một giá trị nhất định thì đó là gạo xấu. Vì vậy, để xác định chính xác màu gạo với một điểm ảnh rất nhỏ, cần tăng độ phân giải để phân tích các hạt.



Hình 7. Sơ đồ điều khiển của hệ thống xử lý trung tâm

Thời gian xử lý ảnh cũng được tính toán và đo đạc, tương đương 1,5ms, cho thấy khả năng đáp ứng thời gian gạo rơi từ máng tới súng bắn khí là đảm bảo ($T_{\text{respond}} < T_{\text{falling}}$). Tuy nhiên, trong

quá trình điều khiển cần thực hiện việc trì hoãn 0,5ms trước khi kích hoạt van khí để đảm bảo đủ lượng khí thoát ra cho quá trình đẩy hạt gạo cần phân loại. Hệ thống điều khiển van khí có nhiệm vụ đảm bảo vấn đề này.

tách theo chương trình điều khiển của máy thiết kế và chế tạo được trình bày trên hình 12.



Hình 12. Gạo sau khi phân tách

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

Trên các hình 8, 9, 10 và 11 là kết quả nhận dạng các loại gạo thông qua hệ thống camera với phần mềm điều khiển thiết kế. Từ đó, có thể thực hiện điều khiển chọn loại gạo để tách màu theo ý muốn.

Quá trình phân tích chất lượng được thực hiện cho ba mẫu gạo (bảng 2): Đầu vào, phế phẩm và sản phẩm cuối cùng. Mỗi mẫu có trọng lượng 50g được phân thành các loại khác nhau. Sau đó, chúng được cân và ghi nhận dữ liệu.



Hình 8. Gạo hư



Hình 9. Gạo sọc đỏ



Hình 10. Gạo tốt



Hình 11. Gạo bạc bưng

Bảng 2. Kết quả sau khi phân tách

Loại gạo	Đầu vào (50g)	Thành phẩm (50g)	Phế phẩm (50g)
Hạt vàng	0.16 g - 0.32 %	0.11 g - 0.22 %	
Sọc đỏ	0.12 g - 0.24 %	0.07 g - 0.14 %	
Hạt hư	0.22 g - 0.44 %	0.10 g - 0.20 %	
Chấm đen	0.71 g - 1.42 %	0.21 g - 0.42 %	
Bạc bưng	4.06 g - 8.11 %	0.82 g - 1.64 %	
Gạo tốt trong mẫu	44.6 g - 83.38 %	48.6 g - 97.38 %	12.67g - 25.52 %
Gạo xấu trong mẫu	5.25 - 10.53 %	1.31 g - 2.62 %	36.97g - 74.48 %

Các hình ảnh của gạo được xử lý phân

Bảng 2 cho thấy, kết quả xử lý gạo đầu vào (có 10,53% gạo xấu) sau quá trình phân tách trên mô hình máy tách màu gạo của nhóm thực hiện với năng suất 800kg/giờ. (Hình 1) ta có gạo thành phẩm với 2,62% gạo xấu phù hợp với tiêu chuẩn gạo xuất khẩu.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu này cho thấy, với hệ thống điều khiển được thiết kế, máy tách màu gạo sẽ đáp ứng yêu cầu thực tế chế biến gạo xuất khẩu. Việc nghiên cứu thành công máy tách màu gạo sẽ đem lại lợi thế cạnh tranh cho các doanh nghiệp Việt Nam trong xu thế toàn cầu hóa.

Nghiên cứu này được thực hiện tại Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Điều khiển số và Kỹ thuật Hệ thống và được tài trợ bởi Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, trong khuôn khổ đề tài mang mã số: B2015-20b-03. ❖

Ngày nhận bài: 22/6/2016

Ngày phản biện: 14/7/2016

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nitat Tangpinijkul, Rice Milling System, Rice Post Harvest Technology; IDRC, 2008.
- [2]. Var. Sazandegi, Some engineering properties of paddy, Int. J. Agri. Biol., Vol.9, No. 5, 2007.
- [3]. Toshihiko Satake, US 4316799 - Automatic Control Apparatus For An Oscillating Grain Separator, Japan, 1972.
- [4]. BUHLER, Destoner MTSC for an Efficient Cleaning; 2010.
- [5]. Weifeng Zhong, Yaji Xie and Xiaoxi He, "Research of the Rice Image Segmentation Based on Color Linear Array CCD", International Journal of Control and Automation Vol. 7, No. 11 (2014), pp. 211-218.
- [6]. Patent number: US4441412 Driving device of sorting cylinder for use in a rotary type rice hulling and sorting device.