

NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG QUÁ TRÌNH LÊN MEN TRONG SẢN XUẤT CHÈ ĐEN ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ ẢNH SỐ

Lê Hoàng Hiệp^{1*}, Nguyễn Lan Oanh¹, Đỗ Đình Lực¹, Nguyễn Thị Bích Nga²

¹Trường Đại học Công nghệ thông tin & Truyền thông – ĐH Thái Nguyên

²Trường Cao đẳng nghề số 1 – Bộ Quốc phòng

TÓM TẮT

Hiện nay công đoạn xử lý màu trong quá trình chế biến chè đen tại địa bàn Thái Nguyên chủ yếu là thông qua trực quan mắt người quan sát và dựa trên kinh nghiệm truyền miệng của các thế hệ đi trước truyền lại cho thế hệ đi sau. Nghiên cứu này tập trung thiết kế cải tiến dây chuyền hiện có bằng việc thêm bộ phận thiết bị nhận dạng hình ảnh và điều khiển van khí sử dụng các công nghệ xử lý ảnh số, công nghệ truyền thông và ứng dụng mạng Noron nhân tạo để thu thập các dữ liệu đầu vào và cho kết quả đầu ra chính xác hơn, tin cậy hơn so với cách làm truyền thống. Kết quả thực nghiệm cho thấy thiết bị hoạt động tốt, thời gian đáp ứng nhanh và hiệu quả kinh tế rõ rệt.

Từ khóa: *Xử lý ảnh số; máy lên men chè; ảnh số; men chè; chè đen*

Ngày nhận bài: 20/02/2020; Ngày hoàn thiện: 26/5/2020; Ngày đăng: 29/5/2020

STUDY TO IMPROVE OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM IN TEA BLACK PRODUCTION FERMENT PROCESSING BY APPLYING OF DIGITAL IMAGE PROCESSING TECHNOLOGY

Le Hoang Hiep^{1*}, Nguyen Lan Oanh¹, Do Dinh Luc¹, Nguyen Thi Bich Nga

¹TNU - University of Information and Communication Technology

²Ministry of National Defence-The Vocational College-No.1

ABSTRACT

Currently, the process of color processing in black tea processing in Thai Nguyen is mainly through visual observer eyes and based on the oral experience of the previous generations to pass on to the next generation. This research focuses on improving the existing conveyor chain design by adding an image recognition and air valve control unit using digital image processing technologies, communication technologies and artificial neural network applications. to collect inputs and produce outputs with more accurate, reliable results than the traditional way. Experimental results show that the device works well, the response time is fast and the economic efficiency is clear.

Keywords: *Digital Image Processing; Tea Fermentation Machine; Digital Image; Fermented Tea; Black tea*

Received: 20/02/2020; Revised: 26/5/2020; Published: 29/5/2020

* Corresponding author. Email: lhhiiep@ictu.edu.vn

1. Giới thiệu

Chè đen là một trong những đồ uống chức năng phổ biến nhất trên thế giới. Dựa trên hình dạng, nó có thể được phân thành hai loại: chè đen vỡ và chè hình thanh. Chè đen là một loại chè được lên men hoàn toàn.



Hình 1. Màu sắc quá trình lên men lá chè xanh thành chè đen thành phẩm

Màu sắc và mùi là sự thay đổi cảm quan quan trọng trong quá trình lên men chè đen, sự thay đổi màu sắc được thể hiện như trong hình 1. Trong quá trình lên men, được xúc tác bởi Polyphenol Oxyase, Peroxidase và Polyphenol trong chè (đặc biệt là thành phần Catechin) sẽ dần dần tạo ra các sản phẩm oxy hóa màu, trong đó các chất sắc tố hòa tan trong nước có ảnh hưởng mạnh đến chất lượng cảm quan của chè đen. Lá chè đen sẽ có sự thay đổi màu sắc rõ rệt trong quá trình lên men, thay đổi từ màu ngọc lam sang màu vàng lục, sau đó chuyển sang màu vàng đỏ, nâu vàng và cuối cùng sang màu nâu sẫm. Sự thay đổi màu sắc này có thể được quan sát và phân biệt bởi hệ thống thị giác của con người, nhưng rất khó để xác định thang đo cụ thể.



Hình 2. Thang màu sắc nhận biết quá trình lên men chè đen

Các mô tả cảm giác của con người để màu sắc là định tính. Màu sắc trung bình trước và sau khi lên men chè đen (từ trái qua phải) được thể hiện trong hình 2 [1]. Tuy nhiên, trong công nghiệp sản xuất chè đen quy mô lớn,

mức độ lên men và chất lượng cảm quan có thể được dự đoán thông qua kinh nghiệm sản xuất phong phú và quan sát sự thay đổi màu sắc ở trên. Vì lý do này, quá trình lên men có thể không đủ hoặc quá mức, và màu sắc của lá chè có thể bị trộn lẫn và không đồng đều. Bên cạnh đó, hương vị của chè có thể không thể đoán trước. Màu sắc là một thuộc tính quan trọng và tính năng nhận thức của hình ảnh máy tính. Thông tin màu của lá chè đen có thể được định lượng và mô tả chính xác bằng cách chụp ảnh mẫu bằng hệ thống thu nhận thị giác máy và trích xuất các tính năng màu với số hóa. Các hình ảnh ánh sáng nhìn thấy, phổ và công nghệ cận hồng ngoại đã được các nhà nghiên cứu sử dụng để xác định danh mục, chất lượng, hình dạng và nơi xuất xứ của chè. Tuy nhiên, có rất ít nghiên cứu về công nghệ phát hiện chất lượng cho quá trình lên men của chè đen.

Quá trình lên men: chè đen có thể lên men bằng phương pháp gián đoạn và lên men liên tục trên băng tải, trong nghiên cứu này nhóm tác giả chỉ trình bày phương pháp lên men liên tục. Lá chè sau khi phá vỡ tế bào và định hình được rải đều trên băng tải với độ dày từ 15 đến 20 cm. Băng tải chuyển động liên tục với tốc độ phù hợp, thời gian lên men từ 1 giờ 30 phút đến 2 giờ đủ để hoàn thiện chất lượng cho chè đen. Phương pháp này được sản xuất phổ biến ở Nga để lên men chè liên tục trong sản xuất chè OTD. Nguyên lý cấu tạo thiết bị lên men như sau: Băng tải lên men bao gồm nhiều tấm vỉ bằng thép không gỉ và ghép lại. Chuyển động nhờ hệ thống xích và bánh xích. Các thiết bị lên men liên tục có nhiều ưu điểm, đó là cơ giới hóa hoàn toàn quá trình lên men, năng suất cao, chất lượng chè khá ổn định.

Hệ thống gồm các van khí khác nhau (VAN1 -> VAN6). Van khí tuyến tính là một trong những loại van điều khiển tự động một cách hoàn toàn bằng việc nhận các tín hiệu điều khiển **tuyến tính** từ các thiết bị khác như tín hiệu 4 ~ 20 mA hoặc 0 ~ 10 V để điều tiết lưu lượng chất (có thể là nước, khí nén, hơi nóng,

v.v...) với một lượng nhất định theo nhu cầu sử dụng. Sau khi nhận dạng vị trí (mức độ mở van) sử dụng truyền thông nói tiếp RS 232 (mô phỏng trong Matlab) truyền xuống vi điều khiển và các mạch chuyển đổi để tạo được điện áp hoặc dòng điện điều khiển theo yêu cầu.

Lượng khí từ van 1 đến van 3 là như nhau, chỉ cần điều chỉnh lượng khí ở van 5. Tại van 5 (là van hiệu chỉnh của hệ thống trong thực tế tại làng nghề sản xuất chè của Thái Nguyên, chủ yếu lượng khí được thay đổi thủ công bằng tay ở vị trí này theo kinh nghiệm truyền lại để đạt màu sắc chuẩn), lượng khí vào càng lớn thì chè càng nhanh lên màu. Và sự thay đổi này được quan sát và theo dõi bằng con người, đứng và điều khiển tại van 5. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả thiết kế hệ thống nhận dạng màu sử dụng thiết bị Camera thay thế cho con người. Thiết bị Camera sẽ có chức năng nhận biết màu sắc của chè đi đến, sau đó đưa về bộ vi xử lý, tại đây sẽ tiến hành phân tích, so sánh với mẫu màu sắc được thiết lập sẵn trước đó. Nếu mẫu chè không đạt với giá trị đặt trước đó, khi đó bộ vi xử lý trung tâm sẽ thực hiện ra lệnh cho van 5 mở hoặc đóng cho lượng khí vào phù hợp với yêu cầu chế biến.

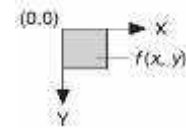
Trong bài báo này nhóm tác giả tập trung nghiên cứu, xây dựng bộ điều khiển quá trình lên men chè đen ứng dụng kỹ thuật xử lý ảnh số, công nghệ truyền thông và mạng Neron nhân tạo (mạng *neural*) nhằm hướng tới công nghiệp hóa quá trình lên men chè đen ở quy mô lớn, giúp bà con bớt đi sự vất vả, giúp hiệu quả kinh tế tốt hơn [2].

2. Cơ sở kỹ thuật nghiên cứu, thiết kế và xây dựng hệ thống [3]

2.1. Kỹ thuật xử lý ảnh số và ứng dụng: Một hình ảnh là một mảng 2D (2 chiều) của các giá trị đại diện cho cường độ ánh sáng. Với mục đích xử lý hình ảnh, thuật ngữ hình ảnh đề cập đến một hình ảnh kỹ thuật số. Một hình ảnh là một hàm của cường độ ánh sáng:

$$f(x, y)$$

Trong đó f là độ sáng của điểm (x, y) và x, y đại diện cho không gian tọa độ của một yếu tố hình ảnh, hoặc pixel. Theo quy ước, tham chiếu không gian của pixel với tọa độ $(0, 0)$ nằm ở trên cùng, góc trái của hình ảnh. Lưu ý trong hình 3 rằng, giá trị của x tăng khi di chuyển từ trái sang phải và giá trị của y tăng từ trên xuống dưới.

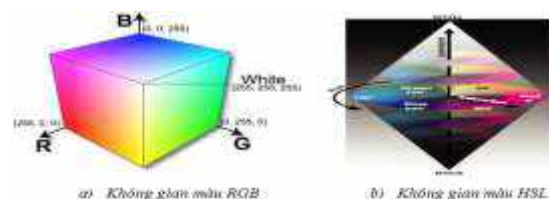


Hình 3. Tham chiếu không gian của Pixel $(0, 0)$

Trong xử lý hình ảnh kỹ thuật số, một cảm biến hình ảnh chuyển đổi một hình ảnh thành một số lượng pixel rời rạc. Cảm biến hình ảnh gán cho từng pixel một vị trí số và mức màu xám hoặc giá trị màu chỉ định độ sáng hoặc màu của pixel.

2.2. Thuộc tính của hình ảnh số hóa: Một hình ảnh số hóa có ba thuộc tính cơ bản:

- Độ phân giải (Resolution) không gian của hình ảnh được xác định bởi số lượng hàng của nó và các cột pixel.
- Định nghĩa (Definition) của một hình ảnh cho biết số lượng sắc thái mà ta có thể thấy trong hình ảnh.
- Số lượng mặt phẳng (Number of Planes) trong một hình ảnh tương ứng với số lượng mảng pixel tạo thành hình ảnh. Một hình ảnh màu sắc thật bao gồm ba mặt phẳng: một cho mỗi thành phần màu đỏ, thành phần màu xanh lục và thành phần màu xanh dương. Trong ảnh màu trung thực, cường độ thành phần màu của pixel được mã hóa thành ba giá trị khác nhau. Một hình ảnh màu là sự kết hợp của ba mảng pixel tương ứng với các thành phần màu đỏ, xanh lục và xanh lam trong hình ảnh RGB. Hình ảnh HSL được xác định bởi màu sắc, độ bão hòa và độ chói của chúng. Không gian màu RGB và HSL được mô tả như trong hình 4.



Hình 4. Mô tả không gian màu RGB và HSL

2.3. Các loại hình ảnh

- Hình ảnh thang độ xám: Một hình ảnh thang độ xám bao gồm một mặt phẳng các pixel. Mỗi pixel là được mã hóa bằng một trong các kiểu sau: Số nguyên không dấu 8 bit biểu thị các giá trị thang độ xám giữa 0 và 255 Số nguyên có chữ ký 16 bit biểu thị các giá trị thang độ xám giữa -32.768 và +32.767. Số dấu phẩy động được mã hóa bằng bốn byte, đại diện cho các giá trị thang độ xám từ phạm vi $-\infty$ đến ∞ .

- Ảnh màu: Một hình ảnh màu được mã hóa trong bộ nhớ dưới dạng đỏ, lục và lam (RGB) hoặc hình ảnh chứa màu sắc, độ bão hòa và độ chói (HSL).

- Hình ảnh phức tạp: Một hình ảnh phức tạp chứa thông tin tần số của hình ảnh thang độ xám. Ta có thể tạo một hình ảnh phức tạp bằng cách áp dụng biến đổi Fast Fourier (FFT) đến một hình ảnh thang độ xám. Sau khi ta chuyển đổi hình ảnh thang độ xám thành một hình ảnh phức tạp, ta có thể thực hiện các hoạt động miền tần số trên hình ảnh.

- File ảnh: Một tệp hình ảnh bao gồm một tiêu đề theo sau là các giá trị pixel. Tùy trên định dạng tệp, tiêu đề chứa thông tin hình ảnh về độ phân giải ngang và dọc, định nghĩa pixel và bảng màu gốc.

3. Kỹ thuật xử lý màu sắc chè khi lên men [4], [5], [6]

3.1. Xử lý màu sắc của chè khi lên men

Tùy vào mục đích sử dụng mà chúng ta có cách xử lý màu sắc cho các đối tượng cụ thể khác nhau, thông thường:

- Để nhận dạng vật thể, người ta thường sử dụng không gian màu HSV hoặc HSL hay biến đổi RGB sang thang độ xám Gray;

- Để nhận dạng màu sắc, nếu trong môi trường có cường độ ánh sáng không thay đổi tốt hơn hẳn là sử dụng không gian màu RGB.

3.2. Các bước xử lý màu sắc

- Hình ảnh RGB của khối chè được chụp bằng WEBCAM. Những hình ảnh được chụp và thay đổi độ phân giải là 320x240 pixel. Trong nghiên cứu này, nhiều yếu tố phải được xem

xét như vị trí của máy ảnh, độ nhạy sáng và điều kiện nền như thế nào. Máy ảnh được đặt cao hơn 15 cm so với mẫu trên băng tải. Chè được chạy trên một nền băng tải đen và được chụp kín và cung cấp ánh sáng của bóng đèn để đảm bảo không ảnh hưởng bởi độ sáng của môi trường.

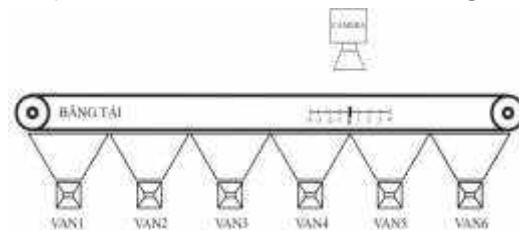
- Sơ đồ khối các bước xử lý màu sắc được mô tả như trong hình 5:



Hình 5. Sơ đồ các bước xử lý màu sắc

Sau khi chụp ảnh khối chè ta sẽ thay đổi kích thước, ở đây là độ phân giải của hình ảnh về 320x240 pixel. Tiếp theo ta sẽ tách các thành phần màu đỏ (R), xanh lục (G) và xanh lam ra khỏi bức ảnh và chuyển các thành phần này sang thang độ xám. Từng pixel của thành phần màu của hình ảnh được phân tích và thay đổi kích thước thành ba nhóm theo thang độ xám (từ 0-255). Đối với cường độ của thành phần màu nằm trong khoảng 0 - 85 giá trị sẽ được thay đổi về mức 0 với nhãn LO (thấp), thành phần màu nằm trong khoảng từ 86-170 giá trị sẽ được thay đổi về mức 128 với nhãn MID (trung bình), thành phần màu nằm trong khoảng từ 171-255 sẽ được định cỡ lại thành 255 với nhãn HI (cao).

3.3. Quá trình biến đổi màu sắc trên băng tải:



Hình 6. Băng tải lên men chè

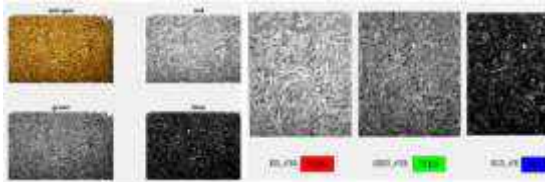
- Để có sản phẩm đầu ra, khối chè sẽ chạy trên băng tải dài 15 mét trong khoảng 2 giờ với tốc độ không đổi.
- Có 6 phễu cung cấp khí tác động cho chè, mỗi phễu được điều khiển lượng khí bằng một van tuyến tính như trong hình 6.
- Màu sắc của chè khi bắt đầu và kết thúc quá trình lên men và màu sắc trung bình của chè lên men tiêu chuẩn biến đổi theo thời gian được thể hiện như trong hình 7:



Hình 7. Màu sắc trung bình chè khi lên men tại các thời điểm

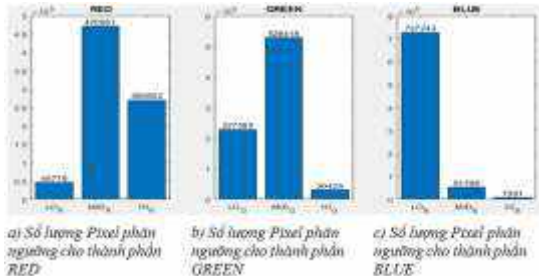
3.4. Kết quả thực nghiệm trên mô phỏng:

Kết quả trích xuất màu được thể hiện như trong hình 8:



Hình 8. Trích xuất RGB

- Các giá trị thu được của một hình ảnh khi phân ngưỡng được thể hiện như trong hình 9:



Hình 9. Kết quả quá trình phân ngưỡng

4. Áp dụng với bài toán xử lý màu sắc của chè trong quá trình lên men [6], [7]

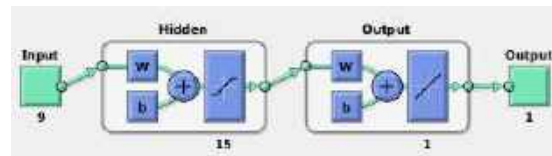
- Với phương pháp học có giám sát sử dụng mạng Noron (do mỗi quan hệ màu sắc R-G-B theo thời gian có sự biến thiên ngẫu nhiên nên khó xác định, do đó áp dụng mạng Noron trong trường hợp này là phù hợp), nghiên cứu sẽ chụp hình ảnh tại điểm yêu cầu và đưa ra tập mẫu với đầu vào là giá trị Pixel theo ngưỡng của từng thành phần, đầu ra cho 5 mẫu tương ứng là -2, -1, 0, 1, 2.

Như vậy sẽ xác định được mạng Noron sẽ có 9 đầu vào và 1 đầu ra.

- Chọn số Noron lớp ẩn là 15, số Noron lớp đầu ra là 1.

- Sử dụng hàm kích hoạt là Sigmoid cho cả lớp ẩn và lớp ra.

- Cấu trúc mạng xây dựng sẽ được thể hiện như trong hình 10:

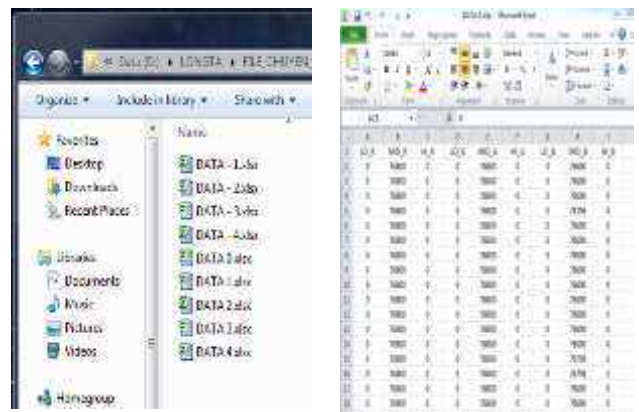


Hình 10. Cấu trúc mạng thiết kế

4.1. Ý tưởng điều khiển

- Trong nghiên cứu này sẽ lấy mẫu tại các vị trí -2, -1, 0, 1, 2, mỗi vị trí lấy 50 mẫu ảnh (ở mức độ mô phỏng đạt mức trung bình, trên thực tế có thể sử dụng ít hơn).

- Các giá trị theo mỗi mức của từng thành phần sẽ được lưu trực tiếp vào File Excel để lấy dữ liệu cho các đầu vào mạng Noron, tệp dữ liệu và mẫu dữ liệu như trong hình 11:



Hình 11. Tệp và dữ liệu mẫu

- Tại vị trí có giá trị bằng 0 ta gọi là vị trí chuẩn, là vị trí tại đó mà sắc chè chúng ta mong muốn.

- Cứ mỗi 20 phút (dựa trên căn cứ vào 6 khay mà thời gian chạy là 120 và vị trí camera để ở vị trí giữa phễu 4 và 5 sẽ chia đều) ta lại cho chụp ảnh tại vị trí chuẩn vì chạy đều thì thời gian trên mỗi phễu là 120 phút/6 phễu = 20 phút.

- Giả sử tại vị trí chuẩn giá trị đọc được là -1, nghĩa là màu chè chưa đạt, khi đó phải tăng góc mở của VAN4 (van khí mở/đóng tuyến tính với vị trí phát hiện: ví dụ ở vị trí chuẩn 0 mà phát hiện là mức -1 nghĩa là chè chưa đạt cần phải tăng góc mở của van 4 và ví dụ tăng 10 độ (nếu là -2 thì màu còn quá nhạt, tăng 20 độ ...) để lượng khí vào van 4 nhiều hơn, màu chuyển nhanh hơn. Ở vị trí chuẩn 0 mà phát hiện là mức +1 nghĩa là chè đã quá màu cần phải giảm góc mở của van 4 và ví dụ giảm 10 độ để lượng khí vào van 4 ít hơn, màu chuyển chậm hơn. Nếu đến vị trí 0 sau khi đã thay đổi góc mở van 4 mà màu vẫn chưa đạt thì hiệu chỉnh van 5) để lượng khí tác động vào khối chè nhiều hơn làm màu sắc biến đổi nhanh hơn. Tương tự như vậy nếu tại vị trí chuẩn ta đọc được giá trị lần lượt là -2, -3, -4 thì phải tăng góc mở tương ứng.

- Giả sử tại vị trí chuẩn giá trị đọc được là 1, nghĩa là chè đã bị quá màu, ta phải giảm góc mở của van4 để lượng khí tác động vào khối chè ít hơn làm màu sắc biến đổi chậm hơn. Tương tự như vậy nếu tại vị trí chuẩn ta đọc được giá trị lần lượt là 2, 3, 4 thì ta phải giảm góc mở tương ứng.

4.2. Chương trình trên Matlab

Tùy theo đối tượng cần nhận dạng mà ta xây dựng mạng Nơron cho phù hợp. Đối với yêu cầu xử lý màu sắc ta chỉ cần xây dựng mạng như sau:

- Mạng Nơron có 9 đầu vào, một lớp ẩn và một lớp đầu ra, trong lớp ẩn có 15 Nơron.

- Chọn mạng học với thuật toán điều khiển Levenberg – Marquardt cho mạng MLP, hàm kích hoạt là Sigmoid.

- Cho mạng Nơron học bằng cách đưa các giá trị đầu vào/ra của tập mẫu vào mạng. Với một đầu ra và 50 mẫu cho mỗi đầu ra.

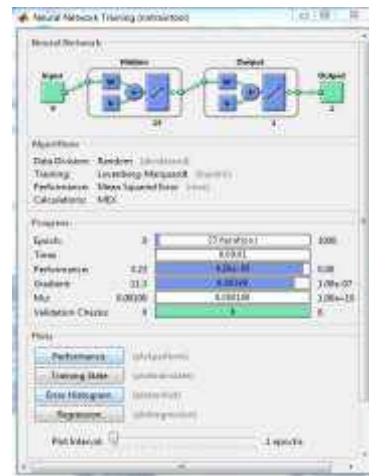
- Chương trình học (train): Với các đầu vào mẫu là INPUT, đầu ra mẫu là TARGET:

```
net = feedforwardnet(15);
```

```
net = configure(net,INPUT,TARGET);
```

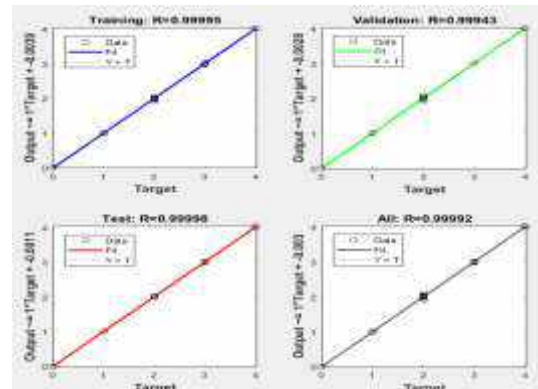
```
net = train(net,INPUT,TARGET);
```

Quá trình này được thể hiện như mô phỏng hình 12:



Hình 12. Quá trình học của mạng

- Sai số khi học cho các thành phần “Học”, “Thẩm định” và “Kiểm tra”, kết quả được thể hiện như hình 13:



Hình 13. Kết quả đáp ứng đầu ra của các thành phần so với mẫu

5. Thiết kế và xây dựng hệ thống thực tế

5.1. Mục đích xây dựng mô hình

- Mô hình được xây dựng với mục đích điều khiển góc mở của van khí số 5 tác động vào khối chè tại phễu số 5.

- Van khí tuyến tính được mô phỏng bằng động cơ RC-SERVO với giả lập góc quay của van.
- Máy ảnh sẽ thu thập hình ảnh trong một khung chữ nhật bọc kín, có đèn chiếu.

5.2. Các thành phần trên mô hình

- Khung mô hình: Với vật liệu bằng ống inox và có kích thước:

$$\text{Dài} \times \text{Rộng} \times \text{Cao} = 120 \times 20 \times 60 \text{ cm.}$$

- Camera: sử dụng loại C720 HD WEBCAM như hình 14:



Hình 14. C720 HD WEBCAM

- Vi điều khiển: sử dụng loại Arduino Mega 2560 R3 như hình 15:



Hình 15. Vi điều khiển Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega2560 là một trong những bo mạch Arduino lớn hơn. Nó dựa trên kiến trúc AVR của Atmel và thể thao MCU ATmega2560. Nó giống như nhiều Arduinos mở rộng bằng cách sử dụng để.

- Động cơ RC Servo (như hình 16): là một loại động cơ điện đặc biệt có khả năng quay cơ cấu chấp hành tới một vị trí chính xác và giữ cứng tại vị trí đó ngay cả khi cơ cấu chấp hành bị đẩy trở lại. Dải góc quay chuẩn của đầu trục ra thường là 90 và 180 độ.



Hình 16. Động cơ RC Servo

5.3. Chương trình điều khiển trên Arduino Mega 2560

```
#include <Neurona.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Servo.h>

#define BACKLIGHT 7
#define BTN_PIN 6
#define LDR_PIN 0
#define THRESHOLD 2000
#define LED_DELAY 500

#define RECOGNIZE 1
#define CALIBRATE 2
#define CALIBRATE_B 3
#define CALIBRATE_W 4

#define NET_INPUTS 3
#define NET_OUTPUTS 5
#define NET_LAYERS 2

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
int lastState=0, op=0;
unsigned long pressTime = 0;
int rgb[] = {8, 9, 10}; //led pins
int input[] = {0, 0, 0}; //RGB values
double netInput[] = {-1.0, 0.0, 0.0, 0.0};
int calib[3][2] = {{329, 778}, {166, 569}, {140, 528}};

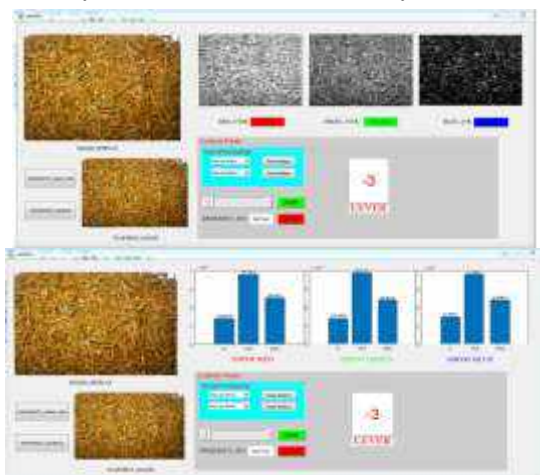
char *level[] = {"-1", "-2", "-3", "-4", "-5"};
int layerSizes[] = {5, NET_OUTPUTS, -1};
int offset=0, iOffset=0, yOffset=0;
double PROGMEM const initW[] = {2.753086, -11.472257, -3.311738,
16.481226, 19.507006, 20.831778, 7.113330, -6.423491, 1.907215, 6.495393,
-27.712126, 26.228203, -0.206367, -5.724560, -22.278070, 30.065610,
6.139262, -10.814282, 28.513130, -9.784946, 6.467021, 0.055005,
3.730361, 4.145092, 2.479019, 0.013003, -3.582416, -16.364391,
14.133357, -5.089288, 1.637492, 5.894826, 1.415764, -3.315533,
14.814289, -20.906571, -1.568656, 1.917658, 4.910184, 4.039419, -
10.848469, -5.641680, -4.132432, 10.711442, 3.759935, 19.507702,
17.728724, -3.210244, -2.476992, 8.988450};
MLP mlp(NET_INPUTS, NET_OUTPUTS, layerSizes, MLP::LOGISTIC,
initW, true);
void setup(){
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(BACKLIGHT, OUTPUT);
  pinMode(BTN_PIN, INPUT);

  for(int i=0; i<3; i++){
    pinMode(rgb[i], OUTPUT);
    digitalWrite(rgb[i], HIGH);
  }

  digitalWrite(BACKLIGHT, HIGH);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("- Color Sensor -");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Cao B. Moretti");
  delay(2000);
}

void loop(){
  checkListeners();
  .....
}
}
```

5.4. Một số hình ảnh mô hình thực tế



Hình 17. Giao diện trong GUI



Hình 18. Mô hình thực tế



Hình 19. Xử lý và điều khiển trên máy tính

Kết quả mô phỏng trên thực nghiệm thể hiện trong hình 17, và sản phẩm hoàn thiện trên thực tế được thể hiện như hình 18 và hình 19.

6. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu, thiết kế và triển khai thực nghiệm với 56 mẫu khác nhau, kết

quả cho thấy hệ thống nhận dạng chính xác 54 mẫu (bằng 96,4%). Kết quả thử nghiệm trên thực tế cho thấy máy vận hành ổn định, thay thế con người một cách tích cực, hiệu quả, đạt năng suất cao hơn, thời gian ngắn hơn so với bình thường bà con vẫn nhìn bằng mắt và điều chỉnh các van thủ công bằng tay. Sản phẩm đang được triển khai tại một số gia đình trên địa bàn làng nghề chè tại xã Phú Đô, huyện Phú Lương, tỉnh Thái Nguyên và được bà con đánh giá đem lại hiệu quả kinh tế tốt hơn so với cách làm truyền thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. D. Chunwang et al., "Prediction of Congou Black Tea Fermentation Quality Indices from Color Features Using Non-Linear Regression Methods," *PubMedCentral*, vol. 8, p. 10535, 2018, doi:10.1038/s41598-018-28767-2.
- [2]. C. K. Sahu, and P. Behera, *A Low Cost Smart Irrigation Control System*. In ICECS, 2015, pp. 1146–1152.
- [3]. R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, *Digital Image Processing*. Pearson, 2014.
- [4]. S. Saranka and T. Kartheeswaran, "Monitoring Fermentation of Black Tea with Image Processing Techniques," *Proceedings of the Technical Sessions*, 2016, vol. 32, pp. 31-37.
- [5]. L. H. Hiep et al., "Study to design of automatic bean sprout growing machine ICTU_ASM_2019," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 204, no. 11, pp. 39-45, 2019.
- [6]. S. Akter, and P. Mahata, "Developing a Smart Irrigation System Using Arduino," *IJRSS-ET*, vol. 6, no. 1, pp. 31-39, 2018.
- [7]. F. Caetano, R. Pitarma, and P. Reis, *Advanced System for Garden Irrigation Management*, InNew Contributions in Information Systems and Technologies, 2018, pp. 565-574.