NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ẢNH CHO BÀI TOÁN ĐO KÍCH THƯỚC GỖ TRONG CÔNG NGHIỆP

Lê Vũ Linh, Hoàng Mạnh Hưng, Phạm Minh Tuấn, Bùi Quốc Cường, Nguyễn Đức Mạnh, Hoàng Sĩ Hồng*

Tóm tắt: *Bài báo đề cập đến việc chế tạo thiết bị diện tích mặt cắt ngang của cây gỗ dựa trên phương pháp xử lý ảnh ứng dụng cho dây chuyền sản xuất gỗ vừa và nhỏ. Thiết bị đo có khả năng đo không tiếp xúc liên tục tự động khi gắn trực tiếp lên băng tải của dây chuyền hoặc có thể chuyển đổi thành thiết bị cầm tay linh hoạt do được cấu thành từ các module. Kết quả đo từ thiết bị cho sai số nhỏ hơn 3% tùy thuộc vào từng điều kiện môi trường. Thời gian đo là 5s đến 10s khi thiết bị ở dạng cầm tay hoặc 3s đối với mỗi thân cây gỗ khi thiết bị được gắn trên băng tải hoạt động liên tục.*

Từ khóa: Điện – điện tử, Điều khiển và tự động hóa, Đo lường, Xử lý ảnh.

1. MỞ ĐẦU

Gỗ là tài nguyên quan trọng và có nhiều giá trị, đặc biệt là các loại gỗ quý do đó cần đo chính xác kích thước gỗ để định giá. Do mặt cắt ngang cây gỗ thông thường không phải là một vòng tròn hoàn hảo cho nên việc xác định đường kính bằng cách thủ công thông thường có độ chính xác không cao**.** Trên thế giới hiện nay, có rất nhiều máy móc hiện đại có hệ thống đo lường được tối ưu hóa có thể vừa đo kích thước gỗ và sử dụng kết quả đo để tối ưu và tìm ra cách cắt gỗ một cách hợp lý và tiết kiệm nhất có thể. Trong đó có máy quét 3D sử dụng lazer [1] với ưu điểm là cho độ chính cao cỡ 1% và thời gian đo nhanh hay phương pháp đo 2D sử dụng công nghệ hồng ngoại, siêu âm [2], hoặc có thể kết hợp cả hai có ưu điểm là đo được độ cong của cây gỗ, tính toán đường kính của cây gỗ chính xác cao với sai số từ 1 đến 3%. Tuy nhiên, hiện nay các thiết bị trên đều là thiết bị nhập ngoại và giá thành cũng là một vấn đề thách thức. Ngành công nghiệp chế biến gỗ tại Việt Nam đa số đều là các doanh nghiệp vừa và nhỏ, chưa có yếu tố tập trung sản xuất từng giai đoạn như nước ngoài, vì vậy, việc ứng dụng các công nghệ trên là chưa phổ biến. Đối với phương pháp sử dụng công nghệ xử lý ảnh, hiện nay trên thế giới có một thiết bị "Institute of Technology Sepuluh Nopembe" trong nghiên cứu "Thiết bị tính toán cầm tay đo bán kính nhỏ nhất của gỗ giảm sai số đo lường" [3], tuy nhiên, thiết bị cần sử dụng một que đo khoảng cách và chỉ có thể là một thiết bị cầm tay, cần có người điều khiển nên chưa thể nâng cấp, thay đổi thành một thiết bị đo đạc gỗ trên băng tải tự động, tự động không người trực như kết quả có được trong bài báo. Trên cơ sở đó, bài báo này sử dụng phương pháp xử lý ảnh để ứng dụng vào phép đo kích thước gỗ trong các cơ sở chế biến gỗ vừa và nhỏ.

2. ĐẶT VẤN ĐỀ VÀ CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Đặt vấn đề

Sử dụng phương pháp xử lý ảnh để đo đạc kích thước mặt cắt ngang cây gỗ, chúng ta cần giải quyết hai bài toán đó là đo các chiều của cây gỗ: chiều dài, chiều rộng đối với mặt cắt hình chữ nhật hoặc đường kính dài, đường kính ngắn với mặt cắt dạng hình elip; thứ hai là đo diện tích mặt cắt ngang của cây gỗ. Từ thông số về các chiều thu được, ta có thể dễ dàng tính toán diện tích mặt cắt cây gỗ thông qua các công thức hình học cơ bản. Tuy nhiên phương pháp này gây ra sai số lớn vì mặt cắt các cây gỗ thương không có dạng hình học hoàn hảo cho tính toán, do đó chúng tôi sử dụng phương pháp đếm số lượng pixel mà khối gỗ chiếm trên ảnh rồi nhân với diện tích của một pixel.

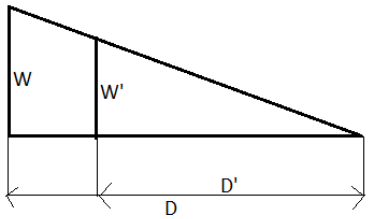
2.2. Cơ sở lý thuyết xử lý ảnh và nhận dạng chữ viết tay

2.2.1. Nhận diện chuyển động

Ban đầu hình ảnh được truyền trực tiếp qua thiết bị, tại đây ảnh được xử lý bằng phần mềm để tách đối tượng ra khỏi nền ảnh xung quanh. Ảnh RGB (Red Green Blue) sau khi được chuyển sang HSV (Hue – Saturation – Value), giữ lại các điểm ảnh màu xanh và chuyển các điểm ảnh còn lại sang màu đen. Khung hình đầu tiên được thiết lập là khung hình nền gốc. Khung hình nền hiện tại được tính bởi trung bình cộng giữa khung hình nền gốc và khung hình hiện tại. Bằng so sánh sự sai khác giữa các khung hình, thiết bị sẽ ghi nhận chuyển động của cây gỗ nếu khung hình hiện tại và khung hình nền khác nhau quá 5000 pixel.

2.2.2. Tính toán kích thước cây gỗ

Sau khi thiết bị ghi nhận được hình ảnh cây gỗ chạy qua, hình ảnh được chuyển sang màu xám, lọc nhiễu Gauss sau đó tiếp tục được chuyển đổi qua thuật toán phân ngưỡng threshold để tránh ảnh hưởng của vân gỗ đến các thuật toán phía sau. Các điểm ảnh có giá trị nhỏ hơn ngưỡng được chuyển về màu đen, các điểm ảnh còn lại được chuyển về màu trắng. Hình ảnh phân ngưỡng sẽ được vẽ lại đường viền và vẽ lại đường bao chữ nhật nhỏ nhất có thể chứa đường viền đó.



Hình 1. *Sử dụng phương pháp tam giác đồng dạng.*

Độ dài thực tế của các cạnh khối hộp ngoại tiếp được tính bằng phương pháp sử dụng tam giác đồng dạng được thể hiện trên Hình 1. Từ một vật thể có chiều rộng biết trước W, được đặt cách máy ảnh khoảng cách D và kích thước của vật trên ảnh được tính bằng số pixel P. Từ đây ta lấy được độ dài tiêu cự F của máy ảnh theo công thức (1):

$$F = \frac{P.D}{\mathrm{W}} \tag{1}$$

Dựa vào độ dài tiêu cự F là hằng số thu được, ta có thể dễ dàng tính toán kích thước thực tế W' của một vật khi biết khoảng cách D' được xác định bằng cảm biến siêu âm và số điểm ảnh P' thu được trên ảnh theo công thức (2):

$$\mathrm{W}' = \frac{P' \cdot D'}{F} \tag{2}$$

Ta tính kích thước thực tế của một vật có kích thước 1 pixel khi cố định khoảng cách D' tới máy ảnh sử dụng công thức (2) với $P' = 1$. Diện tích của vật có kích thước một pixel^2 được tính theo công thức (3):

$$s = \left(\frac{D'}{F}\right)^2 \tag{3}$$

Từ đó ta tính được diện tích mặt cắt của cây gỗ theo công thức (4):

$$S = n \cdot s \tag{4}$$

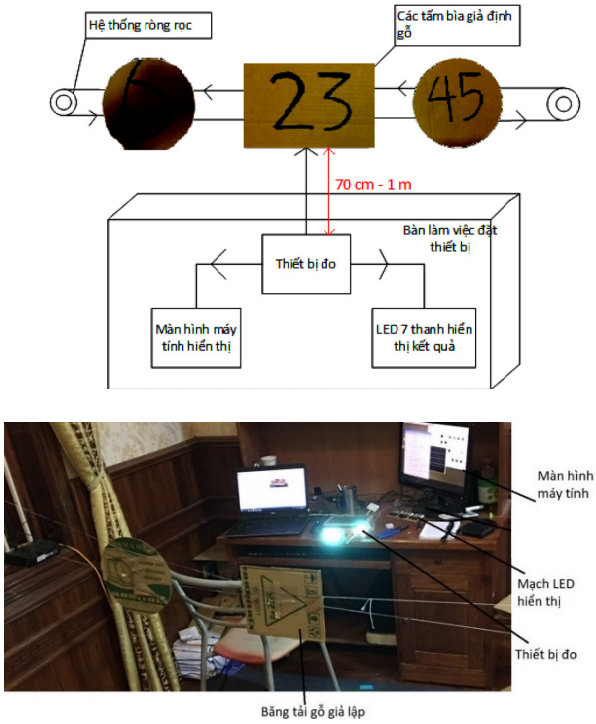
Với: n là số điểm pixel trắng và s là diện tích 1 pixel.

2.2.3. Nhận dạng số viết tay trên mặt gỗ

Sở dĩ cần nhận diện chữ số viết tay bởi trong thực tế mỗi cây gỗ được ghi một con số tương ứng với mã số của cây gỗ đó trên mặt cắt ngang, mã số thu được từ thiết bị phải trùng khớp với mã số được viết trên cây gỗ. Để nhận diện số viết tay trên mặt cây gỗ, chúng tôi sử dụng bộ cơ sở dữ liệu chữ số viết tay nổi tiếng MNIST [4]. Bộ dữ liệu bao gồm 70.000 mẫu các chữ số viết tay đen trắng có kích thước 28 x 28 pixel. Histogram of Oriented Gradient (HOG) là một phương pháp học máy, một thuật toán để mô tả đặc tính của hình ảnh. HOG tính toán các biên độ Gradient và hướng Gradient của ảnh, việc phân bố các hướng gradients (Oriented gradients) được sử dụng làm các tính năng. Sử dụng HOG cho mỗi điểm dữ liệu làm giảm chiều ma trận của mỗi điểm dữ liệu từ 726 x 1 xuống 36 x 1 từ đó làm giảm đáng kể thời gian huấn luyện. Thuật toán phân lớp được sử dụng để phân loại chữ số được sử dụng là Support Vector Machine (SVM) - một thuật toán học máy nổi tiếng được sử dụng để giải quyết bài toán phân lớp.

2.3. Bài toán thực tế và xây dựng thí nghiệm

Trên thực tế, các cây gỗ sau khi được sơ chế sẽ được đưa lên băng tải phụ để đo đạc kích thước, sau đó được đưa từ băng tải phụ vào băng tải chính để thực hiện các công đoạn cắt, xẻ phía sau. Khảo sát một số nhà máy chế biến gỗ, các tấm gỗ trên băng tải phụ được đặt nằm ngang và cách nhau 50 cm, được di chuyển với tốc độ tối đa là 8 m/phút. Trên bề mặt cắt cây gỗ được đánh số để tiện cho công đoạn lưu trữ số liệu. Từ đó, để giả lập thực tế, các tấm bìa cứng được ghi số có các hình dạng và kích thước khác nhau được sử dụng để thay cho mặt cắt ngang các cây gỗ. Các tấm bìa này được di chuyển trên hệ thống ròng rọc với tốc độ từ 5-8 m/phút. Sơ đồ thí nghiệm được thể hiện trên hình 2. Hệ thống giả định với 3 tấm bìa cứng một hình tròn đường kính 270 mm ghi số 45, một hình chữ nhật 230x270 mm ghi số 23, một hình tròn đường kính 164 mm ghi số 6. Khoảng cách hai cây gỗ đặt cách nhau 40 cm, ròng rọc đặt cách thiết bị một đoạn giao động từ 70 cm đến 1 m để thử nghiệm các khoảng cách khác nhau.

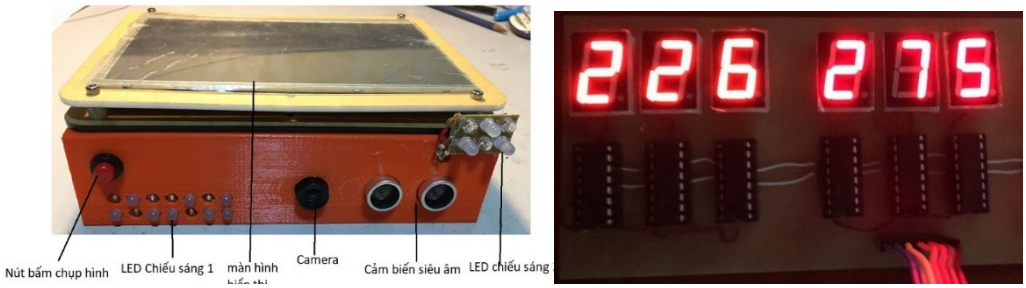


Hình 2. *Sơ đồ thí nghiệm và hình ảnh thực tế.*

3. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG VÀ THIẾT BỊ

3.1. Thiết kế thiết bị

Vỏ của thiết bị bằng nhựa PIA, được thiết kế trên phần mềm Solidwork sau đó sử dụng công nghệ in 3D để gia công vỏ, giúp thuận lợi cho việc sử dụng Pi camera, và một số module khác. Hình ảnh sản phẩm cuối cùng như trên hình 3.



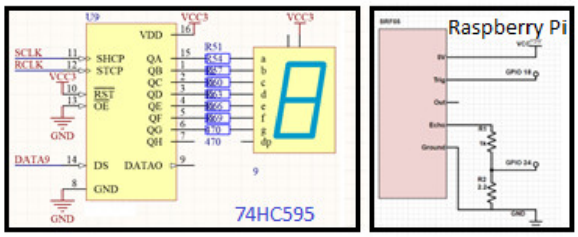
Hình 3. *Hình ảnh thực tế của thiết bị.*

3.2. Thiết kế mạch LED chiếu sáng

Để giúp cho việc nhận diện vật thể, tách vật thể ra khỏi nền dễ dàng hơn, phiên bản thiết bị cầm tay cần một hệ thống LED chiếu sáng gồm có hai mạch LED được cấp nguồn thông qua cổng USB của máy tính. Mạch LED thứ nhất gồm có 14 bóng LED, mạch LED thứ hai có 6 bóng LED được mắc song song với nhau.

3.3. Thiết kế mạch cảm biến siêu âm

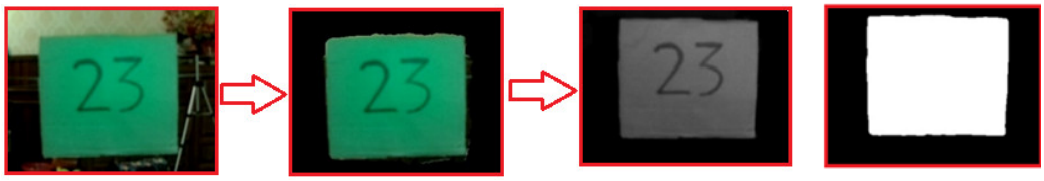
Cảm biến siêu âm sử dụng module cảm biến siêu âm SRF05 để nhận biết khoảng cách giữa camera và vật thể. Cảm biến siêu âm có các các chân của cảm biến được kết nối trực tiếp vào máy tính Raspberry Pi 3 thông qua 2 chân GPIO. Sơ đồ nguyên lý của khối cảm biến siêu âm được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. *Mạch nguyên lý của thiết bị.*

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Xử lí hình ảnh



Hình 5. *Hình ảnh tấm bìa qua khâu xử lý màu.*

Hình 5 thể hiện quá trình xử lý màu của hình ảnh đầu vào. Hình ảnh ban đầu Camera Pi thu nhận là ảnh màu RGB, điều kiện chụp hình là lúc ánh sáng phòng mạnh. Sử dụng bộ lọc màu tạo ra một mặt nạ cho hình ảnh, chỉ cho phép mặt gỗ đi qua mặt nạ này. Trong đó,

những vùng không liên quan trong hình ảnh bị chuyển thành màu đen. Chuyển từ ảnh màu sang thang màu xám, và thực hiện bước tiền xử lý ảnh là lọc nhiễu bằng Gaussian Blur.

Hệ thống phân ngưỡng hình ảnh trên để tạo thành ảnh nhị phân với hai vùng là vùng nền màu đen và vùng có gỗ di chuyển màu trắng. Tuy nhiên, các vùng trắng có thể bị nhiễu lỗ trống bên trong nên sử dụng phép dãn hình học lấp lỗ trống, sau đó dùng phép co với cùng một hệ số so với phép dãn để trả lại kích thước đúng ban đầu của vật. Hình ảnh có đối tượng sau khi được phân ngưỡng sẽ hiển thị rõ các đường biên giữa hai vùng hình ảnh. Phần màu trắng sẽ là khu vực được sử dụng trong thuật toán đếm số pixel.

4.2. Kết quả thử nghiệm

Kết quả thử nghiệm (Bảng 1) cho thấy trong các điều kiện ánh sáng từ yếu đến mạnh hệ thống đều có khả năng nhận diện chữ số rất tốt khi góc nghiêng của miếng gỗ dưới 10°. Tuy nhiên, khi độ nghiêng lớn hơn 10° như trong các lần đo từ 6-10 và từ 16-20, sai số của hệ thống tăng lên khoảng 20% do hạn chế của phương pháp HOG làm suy giảm nhiều thông tin dữ liệu hơn mong muốn khiến thiết bị phân biệt sai các chữ số khi nhìn nghiêng. Sai số trung bình của mặt gỗ hình chữ nhật cao hơn vật hình tròn bởi bộ lọc màu hoạt động chưa thực sự tốt đối với các vật góc cạnh vuông như hình chữ nhật, làm ảnh hưởng đến việc tính toán diện tích mặt phẳng khi mà một số pixel bị mất ở đường viền của hình chữ nhật. Các kết quả đo diện tích gỗ ở đơn vị mm^2.

Bảng 1. *Kết quả đo của thiết bị thiết bị đo đạc gỗ trên băng tải tự động.*

Ánh sáng yếu, vật tròn tuyệt đối đường kính 270mm, số 45 trên mặt gỗ, góc nghiêng <10°						Sai số trung bình
Lần đo	1	2	3	4	5	
Kết quả	56.620,945	56.620,945	57.679,745	57.043,545	56.410,545	2.1% 0%
Ánh sáng mạnh, vật tròn tuyệt đối đường kính 272mm, số 45 trên mặt gỗ, góc nghiêng >10°						
Lần đo	6	7	8	9	10	
Kết quả	58.749,445	56.829,145	58.964,645	57.041,945	59.392,644	1.43% 20%
Ánh sáng yếu, vật hình chữ nhật 230x270mm, số 23 trên mặt gỗ, góc nghiêng <10°						
Lần đo	11	12	13	14	15	
Kết quả	62.83223	63.56823	61.87023	63.10423	61.87023	1.18% 0%
Ánh sáng mạnh, vật hình chữ nhật 230x270mm, số 23 trên mặt gỗ, góc nghiêng >10°						
Lần đo	16	17	18	19	20	
Kết quả	65.09523	64.39027	63.80023	63.80023	64.11623	3.18% 20%

5. KẾT LUẬN

Phương pháp xử lý hình ảnh mang lại kết quả tương đối tốt khi so sánh độ chính xác với các phương pháp chi phí cao, và so với các phương pháp thực hiện thủ công thì đó là một bước tiến lớn, đặc biệt khi xử lý các khối gỗ có hình dạng không hoàn hảo, không thể đo chính xác khi đo thủ công. Tốc độ xử lý của máy tính Pi cho các tác vụ rất nhanh chóng, chỉ khoảng 3-5s một cây gỗ trên băng chuyền. Phương pháp nhận diện số viết tay

cho kết quả chính xác khoảng 80% khi cây gỗ bị nghiêng trên 10°, kết quả này có thể được cải thiện bằng cách tìm phương pháp giảm chiều dữ liệu hợp lý hơn để không vô tình xóa nhiều thông tin cần thiết cho việc nhận diện ảnh ở các góc độ khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1].Karel Janák. "*Round Wood Measurement System"*, Advanced Topics in Measurements, Prof. Zahurul Haq (Ed.), ISBN: 978-953-51-0128-4, InTech.

[2].Andreas HASENSTAB. "*Testing Of Wooden Construction Elements with Ultrasonic Echo Technique and X-Ray"*, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin, Germany

[3]. *"A Handy and Accurate Device to Measure Smallest Diameter of Log to Reduce Measurement Errors"*, 2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Application, Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jl. AriefRahmanHakim, Surabaya 60111 Indonesia

[4]. Qiao, Yu (2007). "*THE MNIST DATABASE of handwritten digits"*. Retrieved 18 August 2013.

[5]. Romanuke, Vadim. "*Parallel Computing Center (Khmelnitskiy, Ukraine) represents an ensemble of 5 convolutional neural networks which performs on MNIST at 0.21 percent error rate"*. Retrieved 24 November 2016.

[6]. Kussul, Ernst; Tatiana Baidyk (2004). "*Improved method of handwritten digit recognition tested on MNIST database"*. Image and Vision Computing. 22 (12): 971

ABSTRACT

A STUDY FOR APPLING IMAGE PROCESSING METHOD
IN LUMBER SIZE MEASUREMENT IN INDUSTRY

This paper refers to the manufacture of a device which can measure volume and cross sectional area of lumber based on image processing method used in small or medium wood production line. The device is able to measure continuously when placed on the line or transform to a portable device due to mudular structure. Measuring results from the device gives the errors of less than 3% depend on environmental conditions. The measuring time is about 5 to 10s for portable device or 3s for fixed device.

Keywords: Electrical and Electronic engineering; Automation and control; Measurement, Image processing.

Nhận bài ngày 01 tháng 7 năm 2018
Hoàn thiện ngày 10 tháng 9 năm 2018
Chấp nhận đăng ngày 20 tháng 9 năm 2018

Địa chỉ: Viện Điện, Đại học Bách Khoa Hà Nội (School of Electrical Engineering, HUST).
*Email: hong.hoangsy@hust.edu.vn.