



NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH GỖ XẼ CHO DÂY CHUYỀN XẼ TỰ ĐỘNG SỬ DỤNG ÁNH SÁNG LASER

Dương Văn Tài^{1*}, Nguyễn Quang Vinh², Hoàng Sơn³

Tóm tắt: Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu mô hình tự động xác định đường kính gỗ xẻ cho dây chuyền xẻ gỗ tự động thuộc đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo dây chuyền thiết bị xẻ gỗ tự động năng suất 3-4 m³/h gỗ thành phẩm, ĐTĐL.CN-10/16”, do trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam chủ trì. Hệ thống xác định đường kính gỗ xẻ tự động được thiết kế dựa trên những ưu điểm của ánh sáng laser, đảm bảo tính chính xác cao của phép đo. Hơn nữa, thông qua việc sử dụng đầu phát laser và đầu thu tín hiệu độc lập sẽ loại bỏ ảnh hưởng của độ nhấp nhô và màu sắc bề mặt cây gỗ (yếu tố khách quan không tránh khỏi). Kết quả thử nghiệm cho thấy tính chính xác cao của phép đo và tính khả thi của thiết kế đề xuất.

Từ khóa: Xác định đường kính gỗ; ánh sáng laser; xẻ gỗ tự động; công nghiệp gỗ.

A study for the model of wood diameter measurement for automatic band saw line by using laser light

Abstract: This paper presents a research result on the diameter determined model for an automatic band saw line. This is an importance topic belonged on the scientific project of Vietnam Government named “Manufacture round timber automatic band saw line producing 3-4 m³/h” which is conducted by the Vietnam National University of Forestry. This diameter determined system is designed applying advantages of laser light with high accuracy of measurements. Otherwise, in this system two independence through beam sensors are used to eliminate impact of undulating and color of wood surface. Obtained experimental results demonstrate the efficiency and feasibility of the proposed design scheme.

Keywords: Wood diameter measurement; laser light; automatic bandsaw; wood industry.

Nhận ngày 10/5/2017, sửa xong 15/6/2017, chấp nhận đăng 23/6/2017
Received: May 10, 2017; revised: June 15, 2017; accepted: June 23, 2017



1. Đặt vấn đề

Lập bản đồ xẻ là yêu cầu bắt buộc trước khi tiến hành xẻ gỗ để nâng cao tỉ lệ thành phẩm của sản phẩm sau xẻ, trong khi đó đường kính gỗ là thông số chủ yếu để tiến hành việc lập bản đồ xẻ. Thông thường, việc xác định đường kính gỗ được thực hiện thủ công bằng thước kẻ [1]. Nhược điểm của phương pháp này là độ chính xác phụ thuộc vào trình độ con người, năng suất thấp. Ngoài ra do tiếp xúc trực tiếp với bề mặt gỗ, độ chính xác không cao, sai số phát sinh do ảnh hưởng của ma sát cơ học, phạm vi đo bị giới hạn. Hơn nữa, ngày nay yêu cầu dây chuyền xẻ phải có năng suất cao để đáp ứng nguyên liệu đầu vào cho ngành công nghiệp gỗ (một nhà máy ngày nay có thể cần đến 3000 m³/ngày [2]), để đạt được điều này dây chuyền xẻ phải được tự động hóa, trong đó có khâu xác định đường kính khúc gỗ để lập bản đồ xẻ cũng phải được tự động hóa theo dây chuyền và hệ thống đo phi tiếp xúc là xu hướng phát triển tất yếu. Việc ứng dụng ánh sáng laser trong đo lường có những ưu điểm như độ định hướng và tính đơn sắc rất cao cùng với chùm tia có kích thước nhỏ (đường kính có thể 0.015 in tương đương 0.38 mm [3]), được ứng dụng nhiều trong đo lường so với hồng ngoại và sóng âm vì có độ chính xác cao [4-6]. Nghiên cứu [7] đã ứng dụng cảm biến laser để tiến hành xác định bề mặt cong vật thể, kết quả cho thấy sai số của cảm biến laser HL-C211BE đối với việc xác định bề mặt cong là 10μm. Các nghiên cứu [8-11] đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của màu sắc và độ nhấp nhô bề mặt và chất liệu của vật thể đối với sự phản xạ của tia laser, kết quả nghiên cứu đưa ra cơ sở cho việc ứng dụng cảm biến sử dụng tia laser để đo lường.

Tuy nhiên, việc ứng dụng laser trong việc đo lường kích thước của khúc gỗ vẫn chưa được nghiên cứu một cách chi tiết. Bài báo này trình bày về thiết kế hệ thống xác định đường kính gỗ xẻ phục vụ việc lập

¹PGS.TS, Trường Đại học Lâm nghiệp..

²KS, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đồng Nai.

³TS, Trường Đại học Lâm nghiệp.

*Tác giả chính. E-mail: taithufvu@gmail.com.

bản đồ xẻ tối ưu cho dây chuyền xẻ gỗ tự động. Thiết kế này không sử dụng tia laser phản xạ nên không bị ảnh hưởng của bề mặt gỗ (độ nhấp nhô, màu sắc bề mặt...) như các nghiên cứu [8-11] đã chỉ ra, do vậy thiết kế này có ưu điểm hơn các sản phẩm của nghiên cứu [2, 14] khi ứng dụng cho việc xác định đường kính cây gỗ.

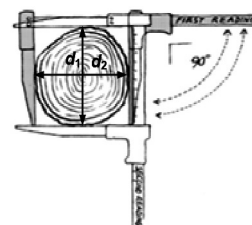
Nội dung chính của nghiên cứu bao gồm cơ sở xác định đường kính gỗ xẻ và cơ sở toán học của phép đo được trình bày trong mục 2, mục 3 trình bày việc thiết kế hệ thống đo và xác định đường kính gỗ xẻ, mục 4 là mô hình thực được xây dựng và kết quả thử nghiệm, cuối cùng mục 5 là kết luận của nghiên cứu.



2. Cơ sở xác định đường kính gỗ xẻ và toán học phép đo

2.1 Xác định đường kính gỗ xẻ

Đường kính gỗ tại một điểm là giá trị trung bình cộng của hai đường kính vuông góc với nhau d_1 và d_2 , được tính theo đơn vị mm [1], việc xác định đường kính tại một điểm được thể hiện trên Hình 1. Đường kính gỗ xẻ (đường kính gỗ để lập bản đồ xẻ) là giá trị nhỏ nhất của các đường kính gỗ tại các điểm khác nhau dọc theo trục cây gỗ.



Hình 1. Cách thức xác định đường kính gỗ tròn

2.2 Toán học phép đo

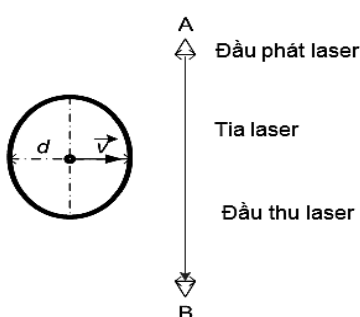
Phương pháp đo sử dụng tia laser phản xạ trong nghiên cứu [2] hoặc cảm biến laser IL-600 [14] (Hình 2) là không thể ứng dụng được trong trường hợp đo đường kính gỗ vì những lý do như: gỗ là vật liệu phi kim có khả năng hấp thụ ánh sáng cao, màu sắc mỗi loại gỗ là khác nhau, sự nhấp nhô bề mặt mỗi cây gỗ cũng khác nhau. Do vậy, nghiên cứu này sẽ ứng dụng các đầu thu phát độc lập (không sử dụng tia laser phản xạ) để tiến hành đo đường kính gỗ tròn (Hình 3). Khi mặt cắt của khúc gỗ đi qua một bộ thu phát tia laser như Hình 3. Thì đường kính của khúc gỗ vuông góc với tia laser được tính theo công thức (1):

$$d = vt \quad (1)$$

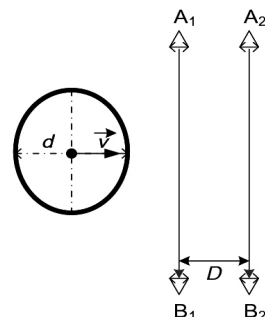
trong đó: d là đường kính khúc gỗ theo phương vuông góc với tia laser; v là vận tốc chuyển động đều của gỗ theo phương vuông góc với tia laser; t là thời gian khúc gỗ cắt tia laser (khoảng thời gian mà đầu thu laser mất tín hiệu).



Hình 2. Cảm biến laser IL-600 hãng Keyence



Hình 3. Mô tả phương pháp đo đường kính



Hình 4. Phương pháp đo thông qua lấy mẫu vận tốc

Với công thức (1) yêu cầu chúng ta phải biết vận tốc chuyển động đều v , điều này là bất tiện trong thực tế. Để giải quyết vấn đề trên Hình 4 trình bày cách khắc phục nhược điểm này. Trên Hình 4 nghiên cứu sẽ bố trí hai bộ thu phát laser, mục đích là để lấy mẫu tín hiệu vận tốc v . Khi đó công thức toán học để xác định đường kính d được trình bày trong phương trình (2):

$$d = vt = \frac{D}{\Delta t} t \quad (2)$$

trong đó: D là khoảng cách giữa hai bộ thu phát laser được bố trí cố định và biết trước; Δt là khoảng thời gian từ khi đầu thu B_1 mất tín hiệu đến khi đầu thu B_2 mất tín hiệu; t là khoảng thời gian đầu thu B_2 mất tín hiệu.



3. Thiết kế hệ thống xác định đường kính gỗ tròn

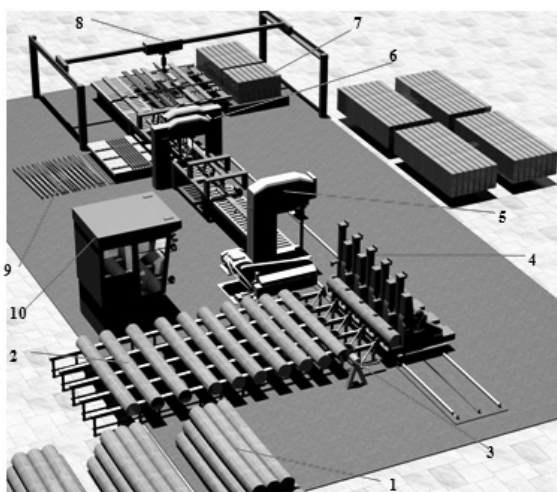
3.1 Mô tả hệ thống

Hệ thống xác định đường kính gỗ tròn là một bộ phận của dây chuyền xẻ tự động (Hình 5, (3)), được bố trí trước hệ thống xoay gỗ (Hình 5, (4)) và đặt trên hệ thống tiếp liệu (Hình 5, (2)), do đó vận tốc chuyển động của gỗ được thực hiện bởi hệ thống tiếp liệu gỗ.

Cấu trúc của hệ thống xác định đường kính gỗ xẻ được trình bày trên Hình 6. Hệ thống bao gồm bộ đo thứ 1 và bộ đo thứ 2 (Hình 6.a) để đo đường hai đường kính khúc gỗ tại một điểm như mục 2.1 yêu cầu, giữa hai bộ phận có hệ thống xoay cây gỗ góc 90°. Mỗi bộ phận được bố trí 5 đến 15 bộ thu phát laser (Hình 6.b), bao gồm bộ thu phát laser 1 dùng để lấy mẫu tín hiệu tốc độ, các bộ thu phát laser còn lại dùng để đo đường kính khúc gỗ tại các điểm khác nhau. Do vậy đường kính gỗ xẻ là giá trị nhỏ nhất của trung bình cộng đường kính khúc gỗ tại các điểm đo trên (mục 2.1).

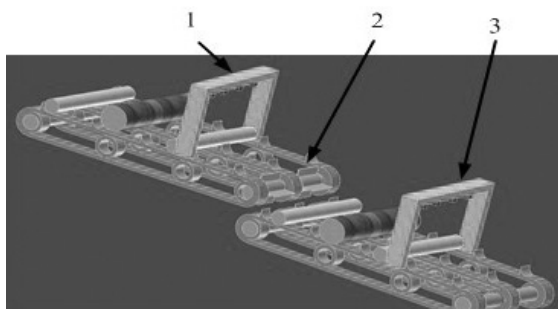
3.2 Bộ phận xử lý dữ liệu

Bộ phận xử lý dữ liệu được mô tả trên Hình 7. Các tín hiệu dạng ON/OFF (24/0 V một chiều) sẽ được đưa tới các cổng vào của PLC. PLC sẽ tính toán đường kính đo tại các điểm theo công thức (2), sau đó lấy giá trị trung bình cộng của đường kính tại một điểm. Bước tiếp theo PLC sẽ so sánh giá trị đường kính gỗ xẻ tại 4 điểm khác nhau, lấy giá trị nhỏ nhất để xác định đường kính gỗ xẻ của cây gỗ. Cuối cùng, giá trị đường kính gỗ xẻ của cây gỗ tại các điểm đo và giá trị đường kính gỗ xẻ của toàn cây gỗ sẽ được truyền lên máy tính (PC) hoặc màn hình giám sát (HMI) theo chuẩn truyền thông RS-422 để theo dõi, lưu trữ dữ liệu và làm thông số đầu vào của bài toán lập bản đồ xẻ tối ưu.



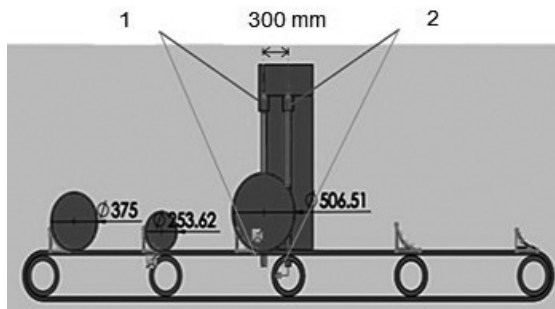
Hình 5. Mô hình dây chuyền xẻ gỗ tự động

1. Đong gỗ tròn; 2. Hệ thống cấp liệu tự động; 3. Hệ thống xác định đường kính gỗ xẻ; 4. Hệ thống xoay gỗ, vạm kẹp gỗ; 5. Hệ thống cưa xẻ; 6. Cưa rọc rìa, xẻ thanh; 7. Ván xẻ thành phẩm; 8. Hệ thống tự động xếp đống, phân loại; 9. Hệ thống tự động thu gom phế liệu, xử lý môi trường; 10. Cabin điều khiển dây chuyền.



a) Mô tả 3D hệ thống

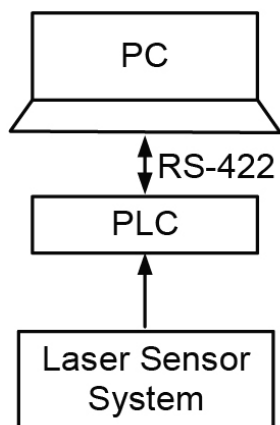
1. Bộ đo thứ 1; 2. Bộ phận xoay gỗ; 3. Bộ đo thứ 2



b) Mặt cắt theo chiều đứng của một bộ đo

1. Thu phát laser 1; 2. Các bộ thu phát laser còn lại

Hình 6. Cấu trúc hệ thống xác định đường kính gỗ xẻ

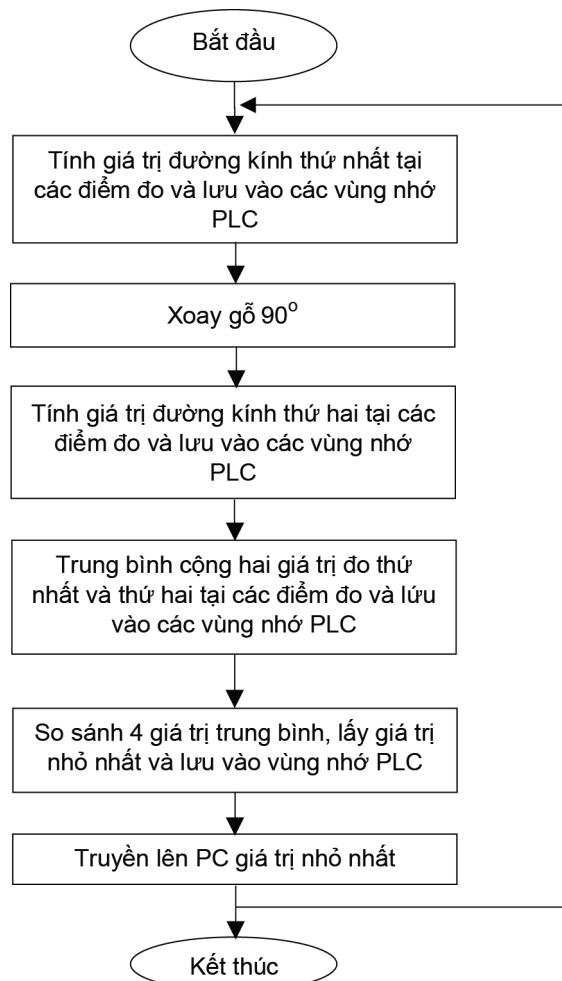


Hình 7. Cấu trúc bộ phận thu thập xử lý dữ liệu

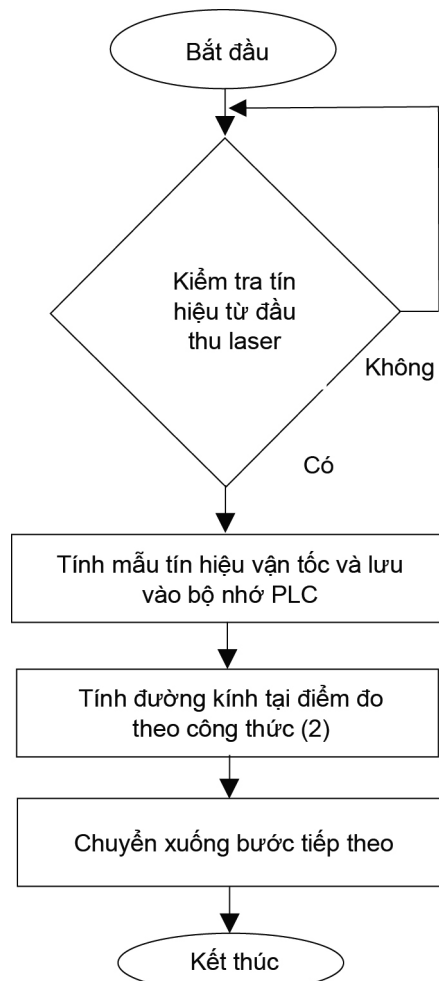
3.2 Lưu đồ quá trình xác định đường kính gỗ xẻ

Lưu đồ quá trình xác định đường kính gỗ xẻ và tính giá trị đường kính thứ nhất hoặc thứ hai được trình bày trên Hình 8 và Hình 9. Đầu tiên sẽ tính đường kính thứ nhất của cây gỗ tại các điểm đo và giá trị tính được lưu vào vùng nhớ PLC, tiếp theo gỗ xẻ được xoay góc 90°, sau đó tính đường kính thứ hai (đường kính vuông góc với đường kính thứ nhất) tại các điểm đo và giá trị tính được lưu vào vùng nhớ, sau khi có hai giá trị đường kính (hai giá trị đường kính vuông góc nhau tại một điểm đo) sẽ tiến hành lấy trung bình cộng để được các giá trị đường kính trung bình tại các điểm đo. Cuối cùng là so sánh để lấy giá trị nhỏ nhất (đường kính gỗ xẻ, mục 2.1), giá

trị này được truyền lên máy tính theo chuẩn truyền thông RS-422 để hiển thị và làm thông số đầu vào cho việc lập bản đồ xẻ tối ưu của dây chuyền xẻ tự động. Do các vùng nhớ của PLC là vùng nhớ chèn (giá trị lưu trước đó sẽ bị xóa khi lưu giá trị lần sau) do vậy chương trình tính có thể quay lại giá vòng lặp đầu khi có cây gỗ tiếp theo mà không cần phải thực hiện việc xóa các ô nhớ của PLC.



Hình 8. Lưu đồ quá trình xác định đường kính gỗ xẻ



Hình 9. Tính đường kính thứ nhất hoặc thứ hai



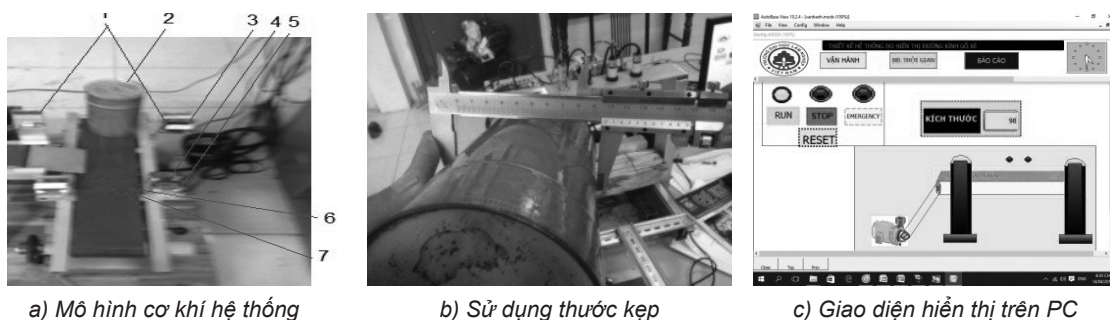
4. Kết quả thử nghiệm

Không mất tính khách quan nếu như hệ thống xác định đường kính gỗ xẻ được thu nhỏ lại thành mô hình (được mô tả trong Hình 10.a, b, c). Thay vì việc xác định đường kính xẻ trên 4 điểm khác nhau dọc theo chiều dài cây gỗ lớn. Trên mô hình này, nghiên cứu chỉ tiến hành xác định đường kính gỗ xẻ tại một điểm trên vật mẫu (vì chiều dài vật mẫu ngắn không đáng kể) nhằm khảo sát tính chính xác của phép đo và tính khả thi của phương án đề xuất. Quá trình thử nghiệm được tiến hành với 3 mẫu vật có đường kính, màu sắc bề mặt cũng như độ nhấp nhô là khác nhau. Việc thử nghiệm bằng cách xác định đường kính xẻ thông qua mô hình thiết kế (kết quả hiển thị trên giao diện máy tính) và quá trình xác định đường kính xẻ thông qua thước kẹp. Mỗi vật mẫu được tiến hành đo 8 lần bằng thước kẹp, sau đó lấy trung bình cộng của 8 giá trị, kết quả trung bình cộng

Bảng 1. Kết quả xác định đường kính xẻ

Vật mẫu	Thông qua mô hình thiết kế để xác định đường kính xẻ (mm)	Giá trị trung bình đường kính của mẫu được xác định thông qua thước (mm)
1	98	98.22
2	80	80.14
3	75	75.16

của 8 lần đo với mỗi một mẫu được thể hiện trên Bảng 1. Kết quả này chứng tỏ tính chính xác của phép đo không phụ thuộc vào yếu tố bề mặt vật đo (độ lồi lõm, chất liệu, màu sắc bề mặt).



a) Mô hình cơ khí hệ thống

b) Sử dụng thước kẹp

c) Giao diện hiển thị trên PC

Hình 10. Mô hình thực nghiệm chế tạo

1. Đầu phát và thu laser; 2. Mẫu xác định đường kính; 3, 4. Bộ phận đo thứ nhất và thứ 2;
5. Bộ phận lấy mẫu tốc độ; 6. Bảng tải tạo chuyển động; 7. Bộ xoay vật 90°



5. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu kết quả nghiên cứu thiết kế mô hình hệ thống tự động đo đường kính khúc gỗ trong dây chuyền xẻ gỗ tự động, mô hình này cho phép tự động xác định được đường kính gỗ để tích hợp với chương trình tự động lập bản đồ xẻ tối ưu. Mô hình xác định đường kính gỗ xẻ được trình bày trong bài báo là phương pháp luận để thiết kế, chế tạo hệ thống xác định đường kính gỗ xẻ trong dây chuyền xẻ gỗ tự động thuộc Đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo dây chuyền thiết bị xẻ gỗ tự động năng suất 3-4 m³/h gỗ thành phẩm, ĐTDL.CN-10/16”.

Tài liệu tham khảo

1. Purser P.(1999), *Timber measurement manual, standard procedures for the measurement of round timber for sale purposes in Ireland*, M.Agr.Sc, Ireland.
2. Piuri V.,Scotti F. (2010), “Design of an automatic wood types classification system by using fluorescence spectra”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-part C: Applications and Reviews*, 40(3):358-366.
3. Richard W.C., Charles W.M., Kingyao L.,Ramon E.V. (1983), “Identifying and locating surface defects in wood: part of an automated lumber processing system”, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 5(6):573-583.
4. Chen J., Wang X., Cao J. (2008), “Development of high-speed CCD laser displacement sensor”, *Opt. Precision Eng.*,16(4):611-616.
5. Wen X., Zhou Y.F., Mu H.H. (2011), “An algorithm for the compensation of geometrical error in laser interferometer measurement”, *Machinery Design & Manufacture*, 9(9):46-48.
6. Li X.F., Yao W., Zhao X.H. (2013), “Joint calibration of multi sensor measurement system”, *Opt. Precision Eng.*, 23(11):2877-2884.
7. Bing L., Bin S., Lei C., Xiang W. (2015), “Application of laser displacement sensor to free-form surface measurement”, *Optics and precision Engineering*, 23(7):1939-1947.
8. Xie Z.X., Zhang H.J., Zhang G.X. (1999), “Factors affecting the measurement precision of laser triangular probe and the compensation methods”, *Advanced measurement and laboratory management*, 1:235-243.
9. Luo L.Q. (2008), *Research on the optimization of laser triangulation on device*, Harbin Institute of Technology, Harbin University.
10. Wu J.F., Wang W., Chen Z.C. (2003), “Study on the analysis for error in triangular laser measurement and the method of improving accuracy”, *Mechanical and Electrical Engineering Magazine*, 20(5):89-91.
11. Song K.C., Zhang G.X. (2000), “Study on the characteristics of the laser triangulation scanning probe”, *China Mechanical Engineering*, 4:385-389.
12. Saar T., Martens O. (2008), “A DSP-based laser scanner”, *2008 International Biennial Baltic Eelectronics Conference*, 978-982.
13. Radovan S., George P., Panagiotis M., Manos G., Robert A., Igor D. (2001), “An approach for automated inspection of wood boards”, *Proc. Int. Conf. Image Process.*, 1:798-801.
14. Catalog of Keyence (2016), *Laser sensor, seriL-600*, Japan.