

Ứng dụng xử lý ảnh để tự động tìm đường hàn cho tay máy công nghiệp

Lê Đức Hạnh^{1,2,*}, Võ Duy Công^{2,3}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Hiện tại, tại nhà máy Việt Nam, công việc hàn đường thẳng liên tục vẫn được thực hiện thủ công hoặc do công nhân thực hiện. Một số nhà máy có tay máy để thực hiện tuy nhiên công nhân phải dạy cho robot nhận dạng đường hàn bằng cách sử dụng thiết bị Teach-pendant. Những công việc đó sẽ tốn rất nhiều thời gian cho một tác vụ hàn cũng như chất lượng sản phẩm không đồng đều. Mục đích của nghiên cứu là phát triển hệ thống tự động kết hợp giữa thị giác máy tính và tay máy công nghiệp 6 bậc tự do (6DOF) có thể nhận dạng đường hàn tự động và ra lệnh cho tay máy bám theo biên dạng đường hàn đó. Đầu tiên, bằng cách sử dụng camera 3D và hệ thống laser được gắn ở khâu cuối của tay máy 6DOF và kết hợp với thuật toán xử lý hình ảnh tam giác bằng laser, vị trí của đường dẫn từ điểm đầu, điểm phụ và điểm cuối đường hàn được trích xuất. Sau đó, bằng cách sử dụng thuật toán nội suy, quỹ đạo được tính toán và truyền đến cho tay máy. Bằng cách sử dụng phương pháp này, chất lượng sản phẩm hàn được đảm bảo và cũng như số lượng hàn được tăng lên vì Robot có thể hoạt động theo thời gian và đặc biệt cho các nhiệm vụ lặp lại. Thời gian giá đặt để hàn sản phẩm được giảm bớt đáng kể do có sự giúp đỡ từ hệ thống thị giác máy tính. Hiệu quả của hệ thống được chứng minh qua các thực nghiệm.

Từ khóa: Thị giác máy tính, hàn đường thẳng, tay máy, đường laser, bám biên dạng

GIỚI THIỆU

Hiện tại, ở các nhà máy ở Việt Nam, tại khâu hàn các cụm sản phẩm lại với nhau để tạo ra sản phẩm hoàn chỉnh hầu hết đều do con người thực hiện. Việc thực hiện bằng lao động hiện nay tạo ra một số hạn chế: Phụ thuộc rất lớn vào tay nghề của người lao động, sản phẩm làm ra không đồng đều do sức ép về số lượng dẫn đến giảm năng suất. Nó gây ra sự nhầm lẫn cho công nhân do phải thực hiện cùng một công việc quá nhiều lần. Ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động do thường xuyên tiếp xúc với khí hàn. Vì vậy, để khắc phục những nhược điểm trên, tự động hóa quá trình hàn là một giải pháp thay thế hữu hiệu. Nghiên cứu sẽ áp dụng các công nghệ tiên tiến trong ngành như sử dụng robot công nghiệp và thuật toán xử lý hình ảnh để tự động nhận ra đường hàn và ra lệnh cho robot thực thi tác vụ hàn. Để xác định biên dạng mỗi hàn, thông tin thu thập từ camera sẽ được xử lý để tách mỗi hàn và truyền tọa độ của toàn bộ mỗi hàn cho robot. Trên thế giới, hiện nay đã có một số nghiên cứu về việc nhận biết biên dạng của vật thể. Công ty ABB¹ và Fridenfolk² sử dụng cảm biến để theo dõi đường hàn. Độ lớn của dòng điện hàn được so sánh với mẫu chuẩn. Miễn là dòng hàn mẫu tiêu chuẩn phù hợp với dòng hàn hiện tại, robot sẽ phát hiện dòng hàn theo đúng hướng. Tuy nhiên, hệ thống này kém

linh hoạt hơn so với hệ thống thị giác. Phương pháp thứ hai là kết hợp xử lý hình ảnh và kinh nghiệm của công nhân bằng cách sử dụng một máy ảnh RGB-D để nhận dạng tư thế ngón tay chỉ vào đường hàn³. Tuy nhiên, phương pháp này cũng cần nhiều kinh nghiệm của người thợ cũng như độ chính xác cao khi đặt phôi. Những vấn đề này dẫn đến phương pháp có chất lượng hàn không đồng đều. Liu và cộng sự⁴ sử dụng xử lý ảnh tách cạnh để tìm đường bao của đối tượng và sau đó sử dụng mô hình tham chiếu để nhận ra chính xác đường bao của đối tượng. Phương pháp này sẽ gặp nhiều khó khăn khi phải thay đổi nhiều cấu hình đối tượng do phải sử dụng một mô hình tham chiếu và thực hiện hoàn toàn trên máy tính, không có sự kết hợp với các thiết bị ngoại vi khác. Hiện nay một trong những phương pháp rất phổ biến được sử dụng để tái tạo hình ảnh 3D của các đối tượng được sử dụng bởi Larsson⁵, Hu et al⁶ và Xu et al⁷, các tác giả phát triển nghiên cứu về nhận dạng biên dạng đối tượng bằng phương pháp ánh sáng có cấu trúc. Phương pháp sử dụng máy chiếu và tia laser chiếu vào vật thể cần xác định và camera để đọc tọa độ. Sau đó sử dụng một số phương pháp nội suy để có được biên dạng cuối cùng của đối tượng. Phương pháp này cho kết quả tốt với độ phân giải cao, nhưng có nhược điểm là tốn thời gian do mỗi lần phát hiện

¹Bộ môn Cơ Điện Tử-Khoa cơ Khí- Đại Học Bách Khoa TP.HCM

²Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh

³Trung Tâm Đào Tạo Bảo Dưỡng Công Nghiệp- Đại Học Bách Khoa TP.HCM

Liên hệ

Lê Đức Hạnh, Bộ môn Cơ Điện Tử-Khoa cơ Khí- Đại Học Bách Khoa TP.HCM

Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh

Email: ldhanh@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 21-11-2021
- Ngày chấp nhận: 15-4-2022
- Ngày đăng: 03-5-2022

DOI : 10.32508/stdjet.v5i2.944



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Hạnh L D, Công V D. Ứng dụng xử lý ảnh để tự động tìm đường hàn cho tay máy công nghiệp. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 5(2):1417-1425.

đối tượng phải quét lại cả quá trình, nhận dạng lại nhiều lần, chi phí đầu tư cao, không phù hợp. đối với điều kiện sản xuất công nghiệp quy mô lớn của Việt Nam. Fang et al.⁸ phát triển một thuật toán sử dụng camera cố định và sử dụng bộ công cụ AR làm vị trí tham chiếu để nhận dạng và tính toán các biên dạng hình tròn. Phương pháp này cũng có nhược điểm là không linh hoạt trong việc theo dõi nhiều biên dạng khác nhau, chỉ thử cho một biên dạng tròn nhất định và hoàn toàn phụ thuộc vào tính toán một lần của hệ thống camera. Pachidis và cộng sự⁹ đã phát triển phương pháp stereo camera, camera được gắn vào khâu cuối của robot, sau đó sử dụng xử lý hình ảnh để nhận dạng hình dạng của vật thể để ra lệnh cho robot hàn. Phương pháp này có nhược điểm là sau mỗi lần hàn, nếu đưa sản phẩm mới vào, đối tượng cần được hiệu chỉnh lại so với camera. Việc này tốn nhiều thời gian và đòi hỏi tay nghề cao của người thợ. Gần đây, phương pháp học máy sâu cũng đã được áp dụng Du¹⁰, Yan¹¹, Rodriguez¹² áp dụng mạng nơ-ron tích chập để huấn luyện tập dữ liệu xác định hệ số ngưỡng cho hệ thống, để có thể dễ dàng xác định đường hàn. Yang và cộng sự¹³ thu thập dữ liệu thử nghiệm từ internet và trích xuất các đặc trưng hàn bằng cách sử dụng Generative Adversarial Network để có mẫu truyền cho robot. Những dữ liệu đó sẽ được đưa vào mạng để huấn luyện để phát hiện đường hàn. Tuy nhiên, dữ liệu cần được huấn luyện lại hoặc thu thập lại nếu sử dụng các đối tượng khác hoặc thực hiện trong môi trường khác cũng như dữ liệu huấn luyện là rất lớn dẫn đến việc ứng dụng trong thực tế tốn nhiều thời gian.

- Ngoài ra còn có một số sản phẩm thương mại có sẵn như: Yaskawa arc welding robot system with MOTOSense seam tracking¹⁴, Abicor Binzel optical seam tracking¹⁵. Mặc dù các hệ thống này có thể thực hiện tốt các tác vụ hàn. Tuy nhiên những hệ thống này vẫn còn rất đắt và rất phức tạp. Mô-đun camera được bán cùng với robot nên mô-đun thị giác rất đắt và không phổ biến trên thị trường dẫn đến khó thực hiện các ứng dụng tương tự.

Dựa trên những nhược điểm của các phương pháp đã đề cập. Nghiên cứu này khác với các nghiên cứu trước đây. Đầu tiên, Camera 3D và hệ thống laser kết hợp với xử lý hình ảnh sẽ được sử dụng để tìm vị trí của đường đi từ điểm đầu, điểm giữa, điểm phụ và điểm cuối phối hợp của đường hàn như thể hiện trong Hình 1. Sau đó, bằng cách sử dụng thuật toán nội suy, quỹ đạo là được tính toán và truyền tới bộ khởi động chính 6DOF. Phương pháp này có thể áp dụng trên nhiều mặt cắt hàn khác nhau, tránh hiệu chỉnh lại máy ảnh nhiều lần và có độ chính xác cao, thời gian thực hiện nhanh chóng.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trích xuất tọa độ 2D của điểm hàn

Khó khăn của quá trình xử lý hình ảnh hệ thống trực quan là yêu cầu về độ chính xác, vì việc nhận biết mối hàn rất dễ bị nhiễu bởi điều kiện ánh sáng và các vật thể có quỹ đạo tương tự. Vì vậy cần phải có một thuật toán tối ưu để đảm bảo độ chính xác và tốc độ xử lý nhanh chóng. Phương pháp Laser Triangulation tìm các điểm quan tâm 3D trong không gian của đối tượng bằng cách tìm giao điểm của đối tượng được quét và mặt phẳng laser. Đối với rãnh chữ V. Điểm hàn là giao điểm giữa dải laser màu đỏ và điểm đánh dấu màu xanh lam như trong Hình 2.

Để tìm dải laser màu đỏ, thuật toán ngưỡng được áp dụng. Giá trị ngưỡng được lấy từ thực nghiệm. Điểm cần hàn và hai điểm quay sẽ nằm trên giao điểm của phối và vạch laser này. Để tìm điểm hàn và hai điểm ngoặt, giải thuật Harris được áp dụng. Kết quả của bước này được minh họa trong Hình 2.

Trích xuất tọa độ 3D của điểm hàn

Trong phương pháp laser-triangular, vị trí tương đối của môđun laser và camera là không thay đổi, vì vậy mặt phẳng laser có thể được mô tả bằng phương trình mặt phẳng đối với khung tọa độ máy ảnh

$$ax + by + cz + d = 0 \quad (1)$$

trong đó (a, b, c) lần lượt là các tham số của mặt phẳng laser. Để tìm các tham số này, bằng cách sử dụng máy ảnh 3D, tọa độ ba điểm chênh lệch được lấy sau đó chúng được sử dụng để giải phương trình mặt phẳng. Theo công thức của pinhole camera, chúng ta có công thức 2 như sau:

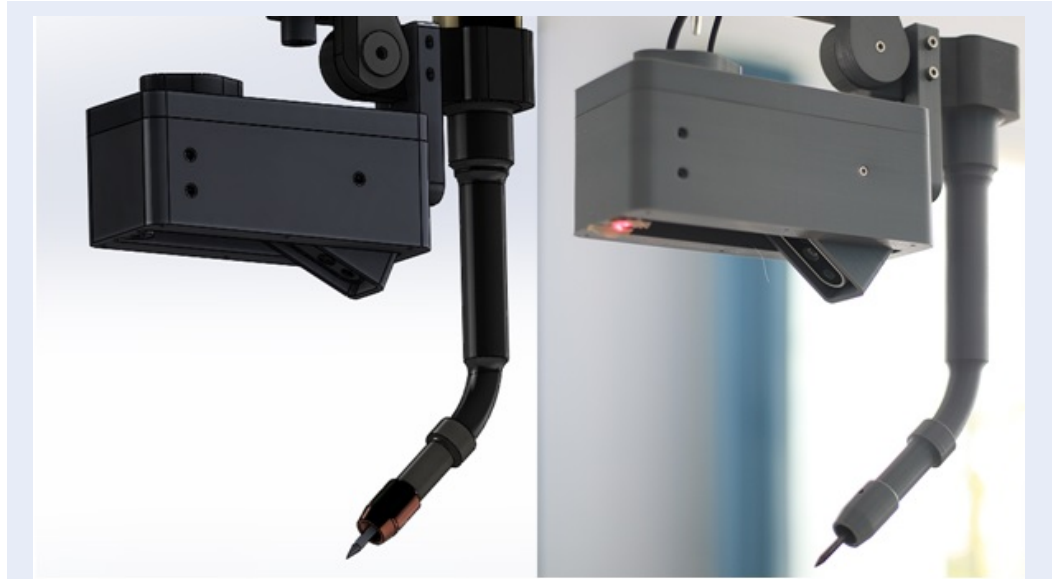
$$\begin{bmatrix} su \\ sv \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\frac{1}{z_c} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{u - c_x}{v - c_y} \\ f_y \end{bmatrix}$$

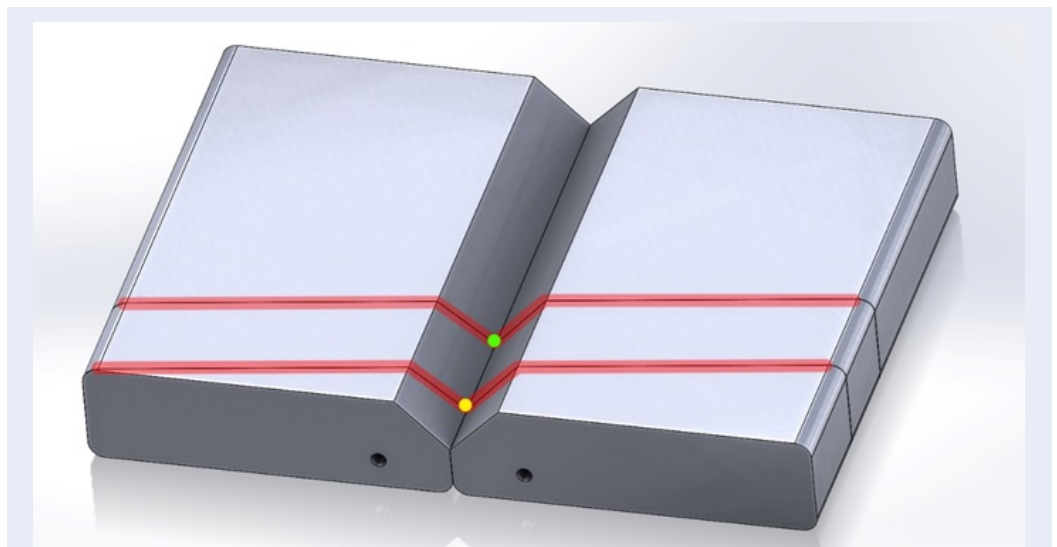
Độ sâu của một điểm trên mặt phẳng laser đến mặt phẳng ảnh có thể được tính bằng cách thay thế phương trình 2 vào phương trình 1

$$z_c = \frac{-df_x f_y}{af_y(u - c_x) + bf_x(v - c_y) + cf_x f_y} \quad (3)$$

Xét một điểm nằm trên mặt phẳng laser và được chụp, khoảng cách của điểm đó đến mặt phẳng ảnh được tính bằng phương trình 3. Sau đó, tọa độ 3D hoàn chỉnh của điểm này có thể được tính toán bằng cách sử dụng phương trình 2.



Hình 1: Hệ thống camera và laser



Hình 2: Vị trí điểm hàn

Để truyền tọa độ đường hàn đến tay máy, tọa độ của đường hàn phải nằm trong tọa độ của robot, vì vậy sau khi nhận được tọa độ của điểm hàn trong tọa độ máy ảnh, bằng cách hiệu chỉnh vị trí của robot và máy ảnh, tọa độ của điểm trên robot thiết lập. Quy trình hiệu chuẩn được thảo luận trong¹⁶. Phương pháp được tóm tắt như sau: chọn ít nhất bốn 4 điểm trong mặt phẳng ảnh (x_i, y_i, z_i) và đọc vị trí của điểm đó trong hệ tọa độ camera 3D, sau đó di chuyển đầu công việc đến từng điểm này và ghi lại tọa độ của chúng trong hệ tọa độ robot (X_i, Y_i, Z_i) . Áp dụng phương trình số

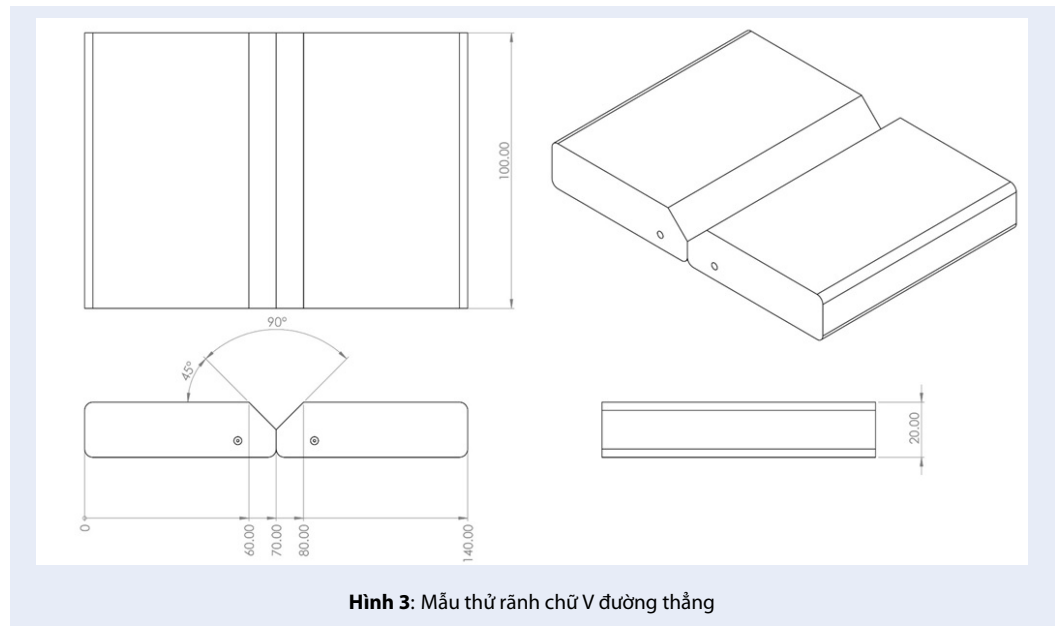
4 để tính toán ma trận xoay R và ma trận dịch chuyển T

$$\begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} + T \quad i \geq 4 \quad (4)$$

Kiểm tra sai số

Mẫu đường có chiều dài 100mm được sử dụng như trong Hình 3.

Quy trình đánh giá như sau:



Hình 3: Mẫu thử rãnh chữ V đường thẳng

- Bước 1: đánh dấu các điểm đại diện cho các vị trí lấy mẫu
- Bước 2: Di chuyển camera đến vị trí thực hiện lấy mẫu trực quan và lấy mẫu thủ công bằng Tech-Pendant như Hình 4.
- Bước 3: ghép hai tập dữ liệu đo được thành hai phương trình và tính toán khoảng cách sai số trung bình như trong Bảng 1.

Từ Bảng 1, có thể thấy rằng, sai số giữa công việc thủ công và hệ thống trực quan là khoảng 0,5 mm với độ lệch 0,0104 mm. Các lỗi xảy ra do hiệu chuẩn và xử lý hình ảnh. Sai số có thể chấp nhận được vì nó nhỏ hơn đường kính của dây hàn

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

NACHI MZ07 được điều khiển bởi bộ điều khiển CFD, máy tính cá nhân thông thường với Core I7, 3.0Mhz và một mô hình gắn súng hàn Binzel với góc mở hàn 45 độ được sử dụng cho thí nghiệm. Hệ thống thị giác 3D là Intel realsense D435 và một mô-đun chiếu tia laser đường thẳng được gắn ở hiệu ứng cuối của bộ điều khiển như thể hiện trong Hình 5a. Các mẫu v-groove được sử dụng cho thí nghiệm được thể hiện trong Hình 3. Mẫu được thử hai lần ở hai vị trí khác nhau. Đầu tiên là lắp tốt và thứ hai là lắp không tốt hoặc lắp tùy ý phía trước FOV của máy ảnh như trong Hình 5b và Hình 5c.

Ảnh chụp nhanh của quá trình hàn được thể hiện trong Hình 6 và Hình 7. Từ Hình 6 có thể thấy rằng, từ trái sang phải, từ vị trí ban đầu, điểm bắt đầu của đường hàn được xác định bằng cách so sánh hình

dạng của chiếu tia laser trên mẫu vật và trên không gian làm việc. Sau đó, tay máy chuyển sang vị trí thứ hai để lấy mẫu, và quy trình tiếp tục cho đến khi đạt điểm cuối. Sau bước này tay máy quay trở lại vị trí ban đầu và thực hiện nhiệm vụ dò vết hàn. Sau khi kết thúc thí nghiệm đầu tiên, mẫu thử được thay đổi vị trí bất kỳ và bị lệch như trong Hình 7. Quy trình lặp lại tương tự như trong thí nghiệm đầu tiên. Kết quả các tọa độ của đường thẳng và phân bố thời gian cũng được thể hiện trong Bảng 2, Bảng 3 và Bảng 4.

Từ Bảng 2, 3 và 4 có thể thấy rằng, sai số của hệ thống và thời gian thực hiện là nhỏ. Tốc độ hàn có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh tốc độ của bộ điều khiển.

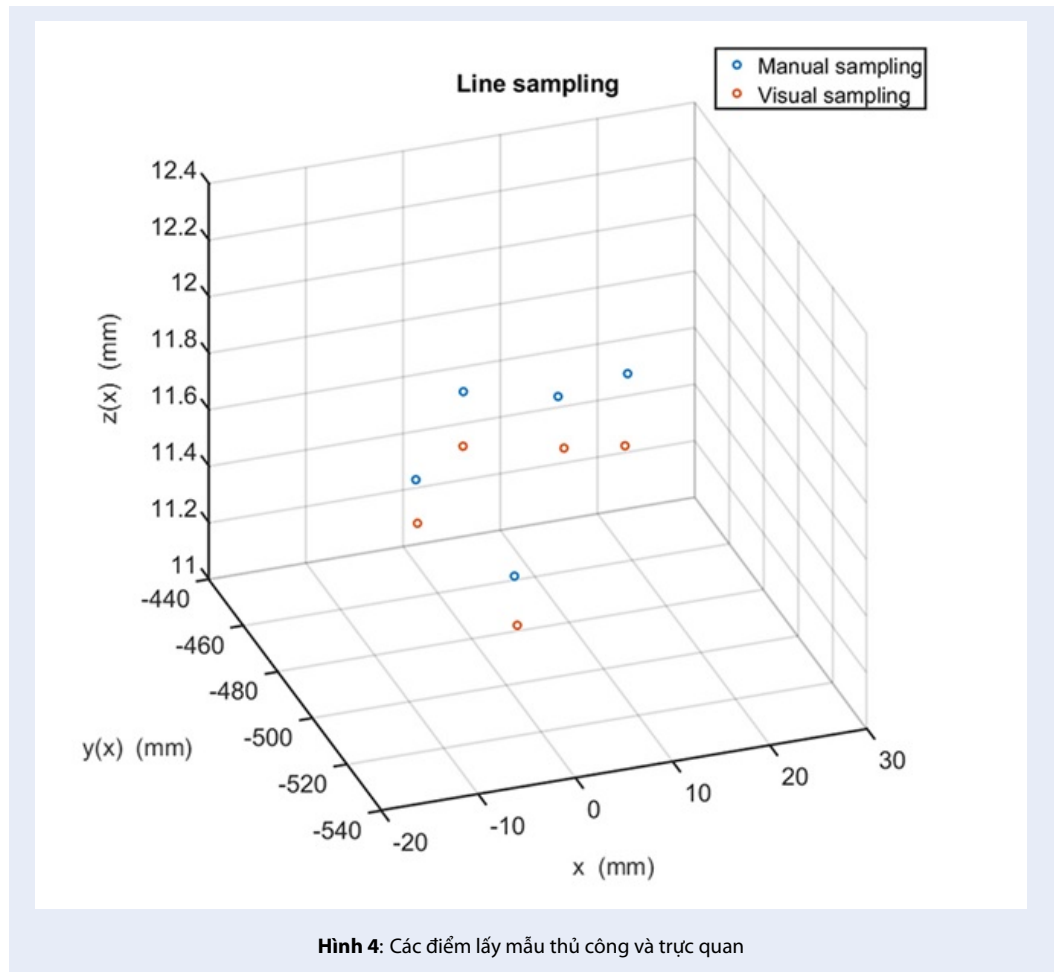
KẾT LUẬN

Nghiên cứu trình bày một phương pháp hiệu quả để tự động hóa quá trình hàn bằng cách sử dụng robot công nghiệp và xử lý hình ảnh. Qua thực nghiệm có thể thấy phương pháp có thể thay thế việc hàn thủ công của người lao động, tăng năng suất cho quá trình hàn cũng như cho chất lượng sản phẩm đồng đều. Cách làm cũng đơn giản và dễ thực hiện cũng như dễ bảo trì. Để tăng độ chính xác, hệ thống camera có thể dễ dàng thay đổi.

GHI NHẬN TÀI TRỢ

- Nghiên cứu này được tài trợ bởi Murata Science Foundation 2021, mã số: 21VH10, theo hợp đồng giao nhiệm vụ số 18/HD-DHBK-KHCN&DA, 2021.

- Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ



Bảng 1: Sai số trung bình

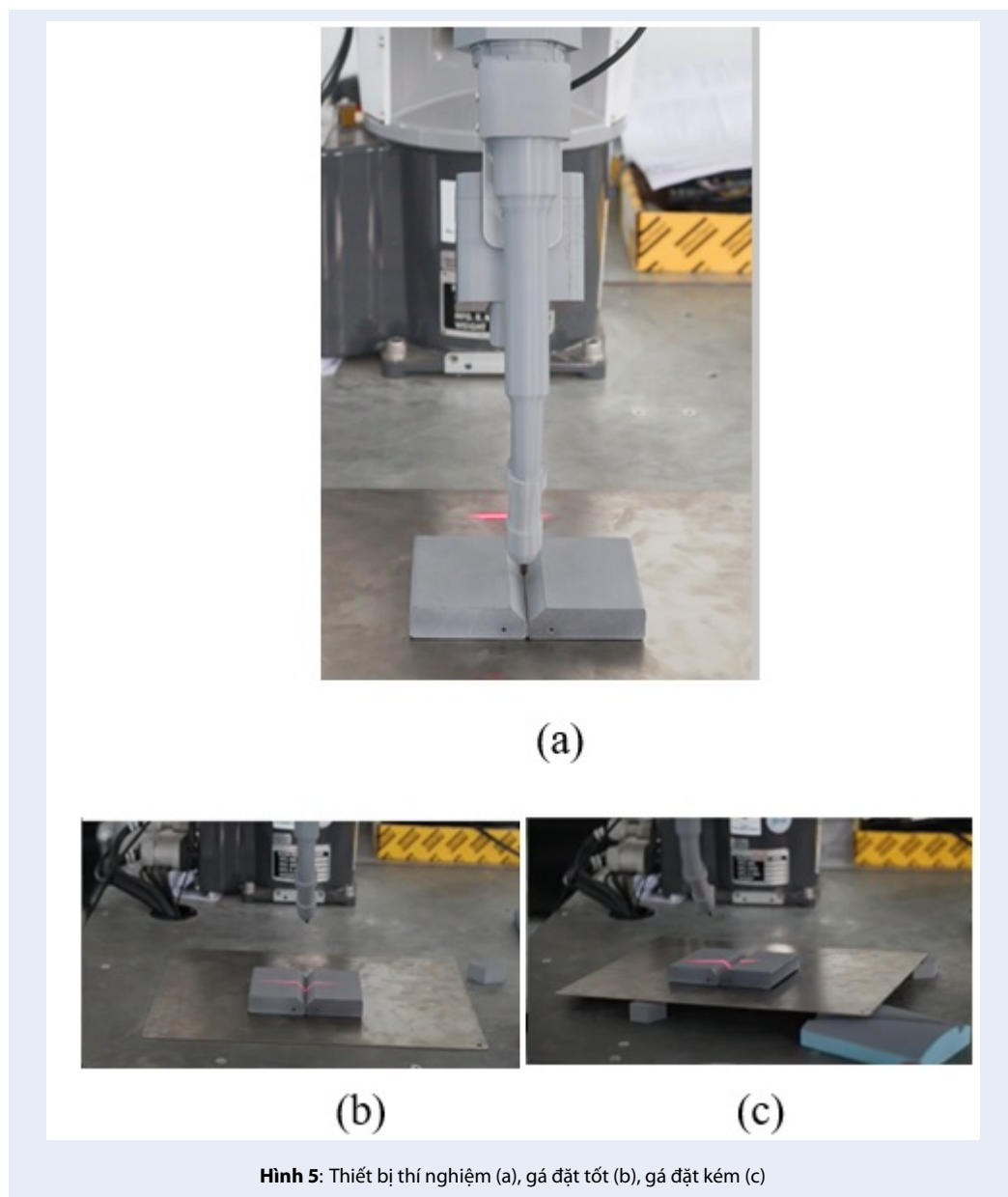
Sai số trung bình	Phương sai	Độ lệch chuẩn
0.5610	1.0859×10^{-4}	0.0104

Bảng 2: Tọa độ của gá đặt tốt và Tech-pendant

Gá đặt	Tốt	Tech-pendant
Điểm kết thúc (x, y, z)	3.50; -539.35; 10.02	3.49; -539.12; 10.1
Điểm bắt đầu (x, y, z)	3.60; -444.07; 9.71	3.58; -444.02; 9.68
Hướng (roll, pith, yaw)	-89,67; 0.812; 0.144	-90,01; 0.78; 0.138

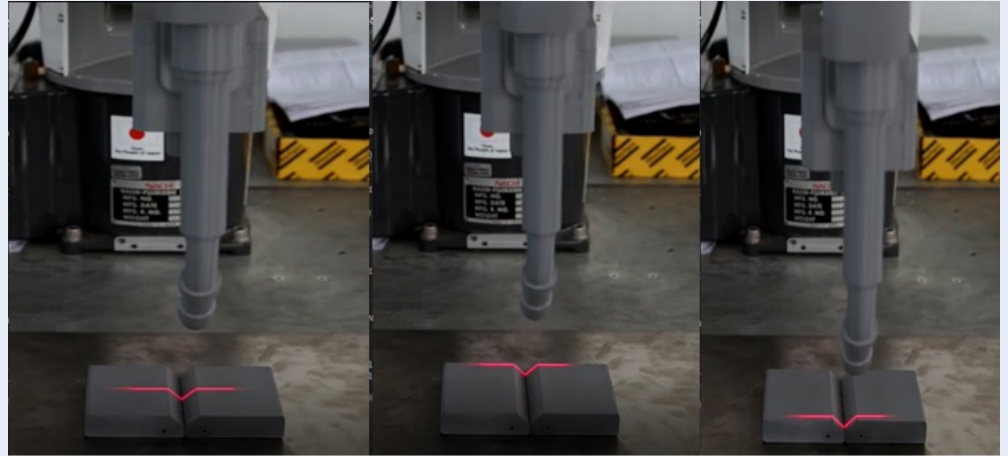
Bảng 3: Tọa độ của gá đặt không tốt và Tech-pendant

Gá đặt	Không tốt	Tech-pendant
Điểm kết thúc (x, y, z)	0.44; -529.25; 29.80	0.45; -529.08; 29.3
Điểm bắt đầu (x, y, z)	25.13; -436.79; 23.64	25.3; -436.6; 24.01
Hướng (roll, pith, yaw)	-105.16; -3.86; 3.84	-105.21; 3.88; 3.78



Bảng 4: Thời gian phân bố (s)

Gá đặt	Trích xuất biên dạng	Di chuyển robot	Tổng cộng
Tốt	17	3	20
Không tốt	25	3	28



Hình 6: Hình ảnh lấy mẫu của gá đặt tốt



Hình 7: Hình ảnh lấy mẫu của gá đặt không tốt bị lệch

sở vật chất cho nghiên cứu này.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Bài báo không có xung đột lợi ích

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Lê Đức Hạnh: đưa ra ý tưởng, phân tích và viết bài.

Võ Duy Công: thực nghiệm và thu thập dữ liệu và phân tích.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ABB, Weldguide IV, The most powerful robotic Thru-the-Arc joint tracking on the market; Available from: <https://new.abb.com/products/robotics/application-equipment-and-accessories/arc-welding-equipment/process-support-tools/weldguide>.
2. Fridenfolk M, Bolmsjo G. Design and validation of a universal 6D seam-tracking system in robotic welding using arc sensing.

Adv Robot. 2004;18(1):1–21. Available from: <https://doi.org/10.1163/156855304322753272>.

3. Silvers GA, Fang G. Human machine interface in weld seam detection using an RGB-D camera. Adv. Mater. Res. 2014;875-877:1967–1971. Available from: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.875-877.1967>.
4. Liu Z, Chen H, Feng G, Hu D. Tracking objects using shape context matching. Neurocomputing. 2012;83:47–55. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2011.11.012>.
5. Larsson S, Kjellander JAP. Path planning for laser scanning with an industrial robot. Robotics and Autonomous System. 2008;56:615–624. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.robot.2007.10.006>.
6. Hu Z, Bocker R, Taylor P, Marshall C. Computer vision for shoe upper profile measurement via upper and sole conformal matching. Optics and Lasers in Engineering. 2007;45:183–190. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2006.04.004>.
7. Xu J, et al. Rapid 3D surface profile measurement of industrial parts using two-level structured light patterns. Optics and Lasers in Engineering. 2011;49:907–914. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2011.04.004>.

- [//doi.org/10.1016/j.optlaseng.2011.02.010](https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2011.02.010).
8. Fang HC, Ong SK, Nee AYC. Robot Path and End-Effector Orientation Planning Using Augmented Reality. 45th CIRP Conference on Manufacturing Systems. 2012;3(2012):191–196. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2012.07.034>.
 9. Pachidis TP, Lygouras JN. Vision-Based Path Generation Method for a Robot-Based Arc Welding System. Journal of Intelligent and Robotic Systems. 2007;48:307–331. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10846-006-9076-y>.
 10. Du RQ, et al. Strong noise image processing for vision-based seam tracking in robotic gas metal arc welding. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2018;101:2135–2149. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00170-018-3115-2>.
 11. Yan L, et al. Weld Image Recognition Algorithm Based on Deep Learning. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. 2020;34(08):2052004. Available from: <https://doi.org/10.1142/S0218001420520047>.
 12. Rodríguez-González P, Rodríguez-Martín M. Weld Bead Detection Based on 3D Geometric Features and Machine Learning Approaches. in IEEE Access, vol. 7, pp. 14714-14727, 2019; Available from: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2891367>.
 13. Yang L, Liu Y, Peng J. An Automatic Detection and Identification Method of Welded Joints Based on Deep Neural Network. in IEEE Access. 2019;7:164952–164961. Available from: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2953313>.
 14. Yaskawa; Available from: https://www.no.yaskawa.eu.com/use-cases/applications/application/arc-welding_a10876.
 15. Laser seam tracking; Available from: <https://www.binzel-abicor.com/US/eng/products/hard-automation/seam-tracking/>.
 16. Hanh LD, Tu HB. Computer Vision for Industrial Robot in Planar Bin Picking Application. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal. 2020;5(6):1244–1249. Available from: <https://doi.org/10.25046/aj0506148>.

Applying image processing for autonomous finding welding line for industrial robot

Le Duc Hanh^{1,2,*}, Vo Duy Cong^{2,3}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Currently, at the Vietnamese factory, continuous straight-line welding is still done manually or by workers. Some factories have manipulators to do this, but workers have to teach the robot to recognize the weld using a Teach-pendant device. Those jobs will take a lot of time for a welding job as well as uneven product quality. The purpose of the research is to develop an automatic system that combines computer vision and an industrial manipulator with 6 degrees of freedom (6DOF) that can recognize the weld line automatically and command the manipulator to follow the line profile. First, by using a 3D camera and laser system mounted at the end of the 6DOF manipulator and combined with the laser triangulation image processing algorithm, the position of the path from the starting point, sub-point and point weld end are extracted. Then, using an interpolation algorithm, the trajectory is calculated and transmitted to the manipulator. By using this method, the quality of the welded product is guaranteed and also the quantity of welding is increased as the Robot can work from time to time and especially for repetitive tasks. The installation time to weld the product is significantly reduced with the help of the computer vision system. The efficiency of the system is proven through experiments.

Key words: Computer vision, line welding, manipulator, laser line, contour tracking

¹Mechatronics Department, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh city University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet, District 10, Ho Chi Minh city, Vietnam

²VietNam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

³Industrial Maintenance Training Center (IMTC), Ho Chi Minh city University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet, District 10, Ho Chi Minh city, Vietnam

Correspondence

Le Duc Hanh, Mechatronics Department, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh city University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet, District 10, Ho Chi Minh city, Vietnam

VietNam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: ldhanh@hcmut.edu.vn

History

- Received: 21-11-2021
- Accepted: 15-4-2022
- Published: 03-5-2022

DOI : 10.32508/stdjet.v5i2.944



Cite this article : Hanh L D, Cong V D. **Applying image processing for autonomous finding welding line for industrial robot.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 5(2):1417-1425.