

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ THỰC TẠI ẢO VÀ CÁC CÔNG CỤ MÔ PHỎNG ĐỂ ĐÁNH GIÁ CÁC QUÁ TRÌNH HÀN PHỤC VỤ ĐÀO TẠO

STUDY ON VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY AND SIMULATION TOOLS FOR EVALUATING WELDING PROCESSES IN TRAINING

Trần Ngọc Hiền¹, Nguyễn Văn Huy², Trần Văn Như¹

¹Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

²Cục Đăng kiểm Việt Nam

TÓM TẮT

Công nghệ thực tại ảo và các công cụ mô phỏng ngày càng được sử dụng rộng rãi trong đào tạo cho phép giảm chi phí đầu tư cơ sở vật chất, người học giảm thiểu được lỗi khi tiến hành hàn trên môi trường thực tế. Bài báo trình bày các giải pháp công nghệ để xây dựng một hệ thống hàn ảo cho phép người học thao tác các quá trình hàn. Để xây dựng hệ thống, công nghệ thực tại ảo, công nghệ quét 3D, và các công cụ mô phỏng quá trình hàn đã được sử dụng để tạo lập cơ sở dữ liệu làm cơ sở để hệ thống đánh giá được chất lượng quá trình hàn.

Từ khoá: *Thực tại ảo; Máy hàn ảo; Các quá trình hàn.*

ABSTRACT

Virtual reality technology and simulation tools are increasingly widely used in training, allowing to reduce investment costs in facilities and reduce errors when conducting welding in a real environment. The paper presents technological solutions to build a virtual welding system that allows learners to manipulate welding processes. To build the system, virtual reality technology, 3D scanning technology, and welding process simulation tools were used to create a database as a basis for the system to evaluate welding process quality.

Keywords: *Virtual reality; Virtual welding machine; Welding processes.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các quá trình hàn SMAW (Shielded metal arc welding), MIG (Metal inert gas)/MAG (Metal active gas), TIG (Tungsten inert gas), spot welding,... trên các máy hàn thực rất tốt cho người học, tuy nhiên với số lượng sinh viên đào tạo lớn, người học lần đầu tiên học về hàn nên dễ hình thành kỹ năng, tránh được lỗi

khi hàn yêu cầu người học thực hành nhiều, dẫn đến tốn kém nguyên vật liệu hàn, điện năng và thời gian hướng dẫn. Chính vì vậy, xu hướng trong những năm tới, đặc biệt khi nhu cầu nhân lực cơ khí tăng mạnh, số lượng người học lớn, việc đào tạo thực hành thông qua mô phỏng rất cần thiết. Chính vì vậy, hiện tại ở Việt Nam, một số trường đại học, cao đẳng đã đầu tư xây dựng các hệ thống thực hành hàn ảo.



Thực tại ảo hay còn gọi là thực tế ảo (Virtual Reality – VR) là một môi trường được giả lập (ảo hóa) được tạo lập giống với môi trường thực. Người dùng có thể tương tác với thực thể trong môi trường ảo giống với môi trường thực [1]. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ thực tại ảo đã và đang được các trường đại học, doanh nghiệp đầu tư nghiên cứu. VR được sử dụng như một trợ giúp giảng dạy và thực hành trong nhiều lĩnh vực như kỹ thuật, y học, thiết kế, kiến trúc và xây dựng, giáo dục và đào tạo bởi vì nó có thể mang lại sự cải thiện lớn và thực sự hiệu quả.

Trên cơ sở kết hợp cả hai quá trình đào tạo (như thể hiện trên Hình 1): thực hành mô phỏng và thực hành thực tế, với tuần tự sinh viên được đào tạo thực hành ảo trước để hiểu về lý thuyết, tích lũy kỹ năng rồi mới tiến hành thực hành trên máy thực. Với mục tiêu giúp sinh viên thuần thục thao tác tay, hiểu được cơ chế hàn trong quá trình hàn trên môi trường hàn mô phỏng, biết được những lỗi sẽ dẫn đến chất lượng hàn kém nhằm giảm thiểu tối đa lỗi trước khi thực hành trên môi trường hàn thực, các nước đã có các dự án đầu tư cho các nhà nghiên cứu để xây dựng các hệ thống thiết bị mô phỏng quá trình hàn như: Dự án xây dựng hệ thống mô phỏng quá trình hàn MIG dựa trên công nghệ thực tại ảo của nhóm nghiên cứu đến từ Đại học Louisiana, Lafayette, Mỹ [2]. Bên cạnh các dự án nghiên cứu về xây dựng hệ thống thiết bị hàn ảo nhằm tích hợp nhiều tính năng phù hợp cho đào tạo đã và đang triển khai thì nhiều phát minh của các nhà nghiên cứu đã được công nhận. Phát minh năm 2016 của các nhà nghiên cứu người Mỹ về hệ thống mô phỏng quá trình hàn SMAW và MIG [2]. Hệ thống mô phỏng này chỉ cho phép mô phỏng hai quá trình là SMAW và MIG. Các phát minh và các đề xuất xây dựng về hệ thống đào tạo thực hành hàn thông qua mô phỏng đã được công

bố [3-5]. Các hệ thống này cho phép tích hợp mô phỏng các quá trình hàn thông qua thiết kế bộ chuyển đổi nguồn và chọn quá trình hàn, có ứng dụng thực tại ảo trong thiết lập môi trường hàn mô phỏng. Tuy vậy, chức năng tối ưu hóa chế độ hàn để giảm biến dạng chi tiết sau khi hàn cho các quá trình hàn SMAW, MIG/MAG và TIG chưa được đề xuất.



Hình 1. Quá trình đào tạo thực hành hàn trực tiếp và qua mô phỏng

Hệ thống thiết bị hàn mô phỏng gồm có phần cứng là các thiết bị máy hàn SMAW, MIG/MAG, TIG ảo và phần mềm mô phỏng, điều khiển và đánh giá quá trình hàn. Hệ thống thiết bị cho phép người học rèn luyện được các thao tác, các kỹ năng như khi hàn thật. Cho phép người học được thực hành nhiều hơn, tích lũy được kinh nghiệm hàn để giảm thiểu tối đa lỗi khi hàn trên máy thực. Phần mềm mô phỏng hàn SMAW, MIG/MAG và TIG sẽ hiển thị các thông số đánh giá các thao tác hiện thời của người thực hành hàn để người học có thể hiệu chỉnh tức thời các thao tác cho phù hợp.

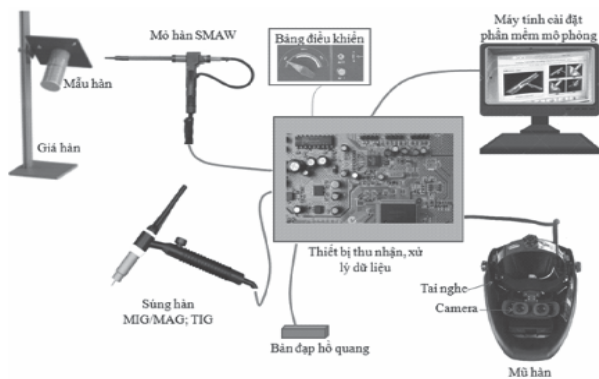
Hệ thống hàn ảo ứng dụng VR đã được nhiều nước trên thế giới áp dụng, cho phép giảm thiểu lỗi xảy ra trong quá trình hàn thực. Bên cạnh các nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị mô phỏng hàn từ các trường đại học, các doanh nghiệp trên thế giới rất chú trọng đến chế tạo các thiết bị hàn phục vụ đào tạo thông qua mô phỏng. Nhiều sản phẩm thương mại của các hãng Lincoln Electric (Mỹ), Panasonic (Nhật), Cea (Ý), Hypertherm (Mỹ) đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới [6-9].

Bài báo trình bày nghiên cứu về giải pháp công nghệ bao gồm thực tại ảo, mô phỏng và hệ thống thiết bị cho phép mô phỏng, đánh giá các quá trình hàn. Để tạo dữ liệu đánh giá cho hệ thống, các quá trình hàn được mô phỏng sử dụng các công cụ Comsol và Simufact Welding.

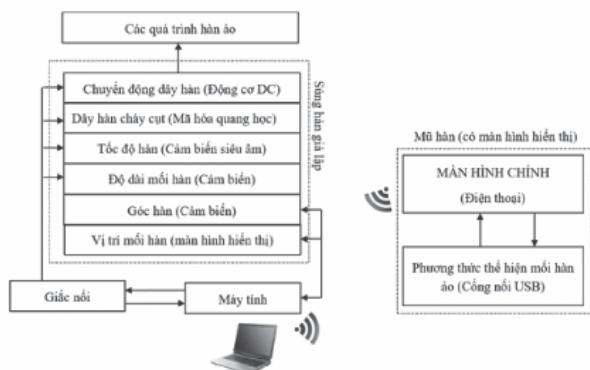
2. CẤU TRÚC HỆ THỐNG THỰC TẠI ẢO

Hình 2 thể hiện các mô đun của hệ thống thực tại ảo bao gồm:

- Các thiết bị phần cứng: súng hàn hồ quang tay, súng hàn TIG, MIG; mũ hàn, giá hàn; mẫu hàn; bàn đạp hồ quang;
- Phần mềm môi trường hàn ảo;
- Các thiết bị điều khiển: máy tính, mạch kết nối, các cảm biến.



Hình 2. Các mô đun của hệ thống



Hình 3. Mô hình kết nối mô hình hàn ảo trên máy tính, súng hàn và mũ hàn

Hình 3 thể hiện cấu trúc hệ thống kết nối giữa mũ hàn, súng hàn và môi trường mô phỏng. Việc xây dựng hệ thống hàn ảo bao gồm: Hệ thống quan sát quá trình hàn (mũ hàn có gắn camera sử dụng điện thoại; máy tính được cài đặt phần mềm mô phỏng các quá trình hàn; các cảm biến vị trí; và các bản mạch kết nối các thiết bị với máy tính để xử lý dữ liệu. Trên súng hàn và các tấm hàn có gắn các cảm biến. Để thuận lợi cho quá trình thao tác, kết nối giữa mũ hàn và máy tính là kết nối không dây.

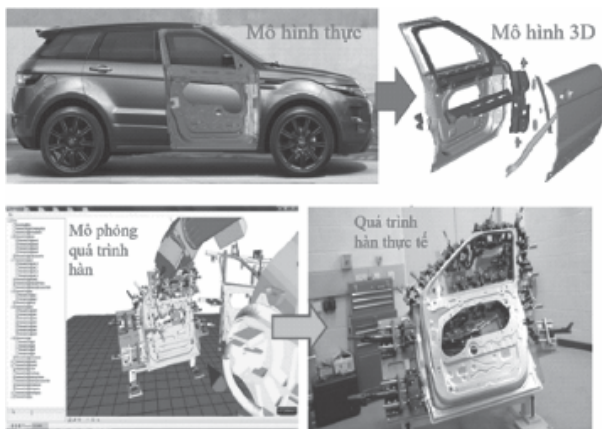
3. XÂY DỰNG HỆ THỐNG THỰC TẠI ẢO MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH HÀN

Để xây dựng một hệ thống thực tại ảo mô phỏng quá trình hàn với các mô đun được thể hiện trên Hình 2, các bước thực hiện bao gồm:

- Tạo lập môi trường ảo;
- Tạo cơ sở dữ liệu quá trình hàn đường;
- Tạo cơ sở dữ liệu quá trình hàn điểm;
- Thiết kế, chế tạo các chi tiết cơ khí;
- Lập trình hệ thống và kết nối giữa môi trường ảo với các thiết bị vật lý.

Hình 4 thể hiện ví dụ về xây dựng môi trường hàn ảo cho quá trình hàn cửa xe ô tô. Để tạo lập môi trường ảo, các đối tượng vật lý (cửa xe, thiết bị gá lắp, định vị) được số hóa 3D. Hiện nay, với công nghệ quét 3D với các máy quét cầm tay bằng công nghệ Laser cho phép tạo dựng các mô hình CAD 3D một cách dễ dàng. Các mô hình CAD 3D là cơ sở để tạo lập môi trường mô phỏng. Để lập trình môi trường hàn ảo, LabView, .Net và các công cụ lập trình khác được sử dụng. Các thiết bị chuyển đổi và xử lý dữ liệu từ các cảm biến, camera tới máy tính và ngược lại cho phép tích hợp thành một hệ thống hoàn chỉnh cho phép mô phỏng các quá trình hàn.





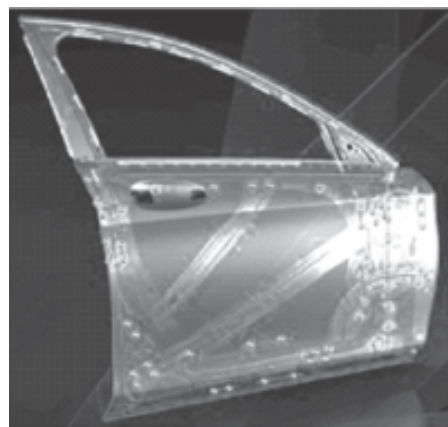
Hình 4. Quy trình mô hình mô phỏng quá trình hàn cửa xe



Môi trường hàn mô phỏng

4. TẠO DỮ LIỆU CHO HỆ THỐNG HÀN ẢO

Đối với hệ thống hàn ảo, để đánh giá chất lượng mỗi hàn về độ chính xác hình học trong mối liên hệ với các thông số chế độ hàn, môi trường mô phỏng cần thể hiện được kích thước hình học của mỗi hàn trong khi môi trường thực thì không thể hiện. Tuy vậy, các thông số về khoảng cách đầu hàn tới tấm ghép, tốc độ di chuyển đầu hàn trong hàn mô phỏng và môi trường hàn thực tế giống nhau. Để tạo dữ liệu cho mô đun đánh giá chất lượng quá trình hàn, các công cụ mô phỏng như Comsol, Simufact Welding đã được sử dụng. Bộ thông số đầu vào cho quá trình mô phỏng ngoài các dữ liệu chung như: vật liệu tấm hàn, kích thước tấm hàn, kiểu mối hàn, khoảng cách từ đầu hàn tới tấm hàn thì tùy vào các quá trình hàn khác nhau còn có các thông số đầu vào khác. Quá trình hàn SMAW có dòng điện hàn, tốc độ hàn [10]; quá trình hàn MIG có điện áp hàn, tốc độ hàn, tốc độ cấp dây, tốc độ dòng khí [11]; quá trình hàn TIG có điện áp hàn, dòng điện hàn, tốc độ hàn, tốc độ dòng khí [12]. Các thông số của quá trình hàn điểm được sử dụng trong mô phỏng trên Simufact Welding được thể hiện trên Bảng 1.



Môi trường hàn thực tế

Hình 5. Đánh giá mỗi hàn điểm trên môi trường mô phỏng

Trên cơ sở bộ dữ liệu từ quá trình mô phỏng với kết quả đầu ra là hình dạng hình học của mỗi hàn, hệ thống cho phép đánh giá chất lượng quá trình hàn cho từng trường hợp cụ thể. Đối với hàn đường, thông số hình học mỗi hàn sử dụng để đánh giá là chiều dài cạnh hàn đối với mỗi hàn chông, mỗi hàn góc hoặc chiều cao mối hàn đối với mỗi hàn giáp mối. Đối với hàn điểm, thông số hình học mỗi hàn được sử dụng để đánh giá là đường kính và chiều sâu hàn tại vị trí điểm hàn được tạo trên môi trường mô phỏng. Hình 5 thể hiện kết quả của quá trình hàn điểm từ mô phỏng và từ môi trường hàn thực tế.

Bảng 1. Thông số chế độ hàn điểm

Chiều dày các tấm, t [mm]	Lực ép, F [kN]	Dòng hàn, I [A]	Thời gian hàn [cycles]	Hold time [cycles]	Electrode diameter, d [mm]
0.80 + 0.80	2.24	9 000	8	2	6
0.90 + 0.90	2.36	9 250	9	2	6
1.00 + 1.00	2.50	9 500	10	2	6
1.40 + 1.40	3.55	10 300	14	3	6 7
1.50 + 1.50	3.65	10 450	15	3	6 7
2.00 + 2.00	5.00	11 200	3x7+2	4	7 8
2.50 + 2.50	5.60	11 800	3x9+3	5	8
2.80 + 2.80	6.00	12 200	4x8+2	6	8
3.00 + 3.00	6.15	12 350	4x9+2	6	8

5. KẾT LUẬN

Mô hình cấu trúc với các mô đun của hệ thống hàn ảo được đề xuất bao gồm môi trường thực tế ảo cho phép thiết lập các thông số của quá trình hàn được chọn, mũ hàn, và các thiết bị vật lý khác như súng hàn, tấm hàn. Để tạo lập cơ sở dữ liệu đánh giá chất lượng mối hàn (hình dạng hình học đạt được của mối hàn) trên cơ sở các thông số đầu vào của từng quá trình hàn, các kết quả mô phỏng đã được triển khai ứng dụng Comsol và Simufact Welding. Bài báo trình bày các kết quả bước đầu về thiết kế dữ liệu, mô hình hệ thống thuộc đề tài cấp Bộ, mã số B2021-GHA-01. Các kết quả về kết nối các thiết bị vật lý (súng hàn, mũ hàn, tấm hàn) với môi trường hàn giả lập là các nghiên cứu tiếp theo của đề tài.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo thông qua đề tài mã số B2021-GHA-01. ❖

Ngày nhận bài: 06/9/2022

Ngày phản biện: 26/9/2022

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Byrd A.P, Stone R.T, Anderson R.G, Woltjer K.; *The use of virtual welding simulators to evaluate experienced welders*. Welding Journal, 389-395, 2015.
- [2]. Wallace M.W., Lundell A.P., Zboray D.A, Bennett M.A.; *Welding simulators*. United States Patent, US 9483959 B2; 2016.
- [3]. US9352411B2, *Welding training system*, 2016.
- [4]. WO2013186413A1, *Advanced device for welding training, based on augmented reality simulation, which can be updated remotely*, 2013.
- [5]. Terrence L.C., Amit A., Dirk R., Steven W., Christoph B., Mores P., Abhishek B.; *Real-time simulation for a virtual reality-based MIG welding training system*. Virtual Reality, 2012.
- [6]. <https://dgwelding.vn/products/>
- [7]. <https://www.rapidwelding.com/>
- [8]. <https://www.weldersupply.com/>
- [9]. <https://www.realityworks.com/>
- [10]. Haider S.F., Quazi M.M., Bhatti J., Bashir M.N., Ali I.; *Effect of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) parameters on mechanical properties of low-carbon, mild and stainless-steel welded joints: A review*. Journal of Advances in Technology and Engineering Research, 5(5): 191-198, 2019.
- [11]. Lahoti G., Pratihar D.K.; *Recurrent neural networks to model input-output relationships of metal inert gas (MIG) welding process*. International Journal of Data Analysis Techniques and Strategies, 2017.
- [12]. Chandra M.S., Kumar P.P., Asish B., Ramesh R.; *Determination of tungsten inert gas welding input parameters to attain maximum tensile strength of 316L austenitic stainless steel*. Journal of Mechanical Engineering, 68(3), 231-248, 2018.

