



**Nghiên cứu ứng dụng công nghệ AI và kỹ thuật ngược
vào quá trình chế tạo sản phẩm mặt nạ xe máy Wave alpha**

Bùi Quang Toàn¹, Phạm Nhật Minh²

¹Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghệ Đông Á

²SV lớp DCCTM12.10, Trường Đại học Công nghệ Đông Á

*Email: toanbq@eaut.edu.vn

Tóm tắt

Việc kết hợp AI và kỹ thuật ngược có thể mang lại nhiều lợi ích trong quá trình thiết kế và chế tạo sản phẩm. AI có thể phân tích dữ liệu từ quá trình quét 3D và hỗ trợ trong việc tạo ra các mô hình số chính xác hơn. Ngoài ra, AI có thể dự đoán các vấn đề tiềm ẩn trong thiết kế và đề xuất các cải tiến, giúp giảm thời gian và chi phí trong quá trình phát triển sản phẩm. Hiện tại, chưa có thông tin chi tiết về việc sử dụng AI và kỹ thuật ngược trong quá trình chế tạo mặt nạ xe máy Wave α . Tuy nhiên, những công nghệ này hoàn toàn có thể được ứng dụng trong sản xuất linh kiện xe máy. Việc kết hợp AI và kỹ thuật ngược không chỉ giúp tối ưu hóa thiết kế sản phẩm mà còn góp phần nâng cao chất lượng, cải thiện độ chính xác và giảm thiểu chi phí sản xuất.

Từ khoá: AI, kỹ thuật ngược, quét 3D, tối ưu, bề mặt.

Abstract

The integration of Artificial Intelligence (AI) and reverse engineering can provide significant benefits in product design and manufacturing processes. AI can analyze data obtained from 3D scanning and assist in generating more accurate digital models. In addition, AI can predict potential design issues and suggest improvements, thereby reducing time and costs in product development. Currently, there is limited detailed information on the application of AI and reverse engineering in the manufacturing process of the Wave α motorcycle front cover. However, these technologies can be effectively applied in the production of motorcycle components. The combination of AI and reverse engineering not only helps optimize product design but also enhances quality, improves accuracy, and reduces production costs.

Keywords: AI, reverse engineering, 3D scanning, optimization, surface.

1. Đặt vấn đề

Trong thời đại cách mạng công nghiệp 4.0, việc ứng dụng công nghệ Trí tuệ nhân tạo (AI) đang trở thành xu hướng quan trọng trong nhiều lĩnh vực, bao gồm công nghiệp sản xuất và thiết kế. Kỹ thuật ngược (“Reverse Engineering”) cũng là một công cụ hữu hiệu trong tái tạo linh kiện phức tạp. Sự kết hợp giữa AI và kỹ thuật ngược mang lại nhiều tiềm năng trong việc tối ưu hoá quy trình sản xuất. Trong ngành chế tạo linh kiện xe máy, những sản phẩm như mặt nạ xe Wave α đòi hỏi độ chính xác, tính thẩm mỹ và độ bền cao. Tuy nhiên, quy trình sản xuất

hiện nay gặp nhiều thách thức về tốc độ, chi phí và độ chính xác. Đề tài này nhằm nghiên cứu khả năng ứng dụng AI và kỹ thuật ngược vào quy trình thiết kế, sản xuất mặt nạ xe Wave α , đề xuất giải pháp tối ưu hoá quy trình, tăng độ chính xác và giảm thiểu chi phí, góp phần nâng cao sự cạnh tranh trong ngành chế tạo linh kiện xe máy tại Việt Nam.

2. Giải quyết vấn đề

2.1. Phân tích đặc điểm của mặt nạ Wave Alpha

2.1.1. Kiểu dáng thiết kế:

- Mặt nạ Wave Alpha có kiểu dáng khí động học, với các đường gân nổi chạy dọc từ trên xuống dưới để tăng độ cứng và tính thẩm mỹ.
- Phần giữa của mặt nạ được thiết kế với các khe thoáng giúp lưu thông không khí, hỗ trợ làm mát động cơ hoặc tăng tính thẩm mỹ.
- Đường nét thiết kế uốn cong và sắc nét, đòi hỏi độ chính xác cao trong sản xuất, đặc biệt tại các khu vực giao tiếp giữa mặt nạ và các bộ phận khác như đèn pha, yếm xe, và khung xe.



Hình 1. Sản phẩm quét mặt nạ xe Wave alpha

2.1.2. Vật liệu và yêu cầu kỹ thuật:

- Vật liệu chủ yếu của mặt nạ xe máy là nhựa ABS hoặc PP có tính năng chịu va đập tốt, dễ gia công, và có độ bền cao.
- Đòi hỏi độ dày đồng nhất, khả năng chịu nhiệt, và độ ổn định cơ học để đảm bảo không bị biến dạng khi chịu tác động môi trường (ánh sáng mặt trời, nhiệt độ cao, mưa gió).
- Chi tiết có tính gắn kết và lắp ráp nên yêu cầu các lỗ bắt vít và các phân nối với khung xe được thiết kế với kích thước chính xác để đảm bảo dễ dàng lắp ráp, đồng thời đảm bảo độ chặt chẽ, không rung lắc trong quá trình vận hành.

2.1.3. Đánh giá ban đầu và xác định hỗ trợ từ AI và kỹ thuật ngược

Mặt nạ xe máy Wave α là một bộ phận quan trọng trong tổng thể thiết kế xe, đòi hỏi độ chính xác cao về kiểu dáng, độ bền và đồng nhất trong quy trình sản xuất. Vấn đề được đặt ra bao gồm:

- Không có thiết kế CAD ban đầu: Việc sao chép một bộ phận phức tạp như mặt nạ Wave α yêu cầu phải lập lại dữ liệu thiết kế ban đầu mà không ảnh hưởng đến độ chính xác.

- Tính tự động trong quy trình: Quy trình sản xuất truyền thống dễ dẫn đến lỗi khi sản xuất loạt lớn.

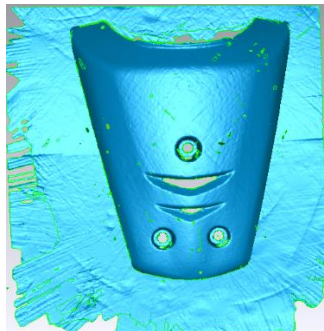
- Tối ưu hóa chi phí: Việc sử dụng AI và các công nghệ tiên tiến cần đạt được hiệu quả kinh tế cao.

2.2. Phương pháp giải quyết dựa trên công nghệ AI và kỹ thuật ngược

2.2.1. Xây dựng mô hình CAD từ dữ liệu quét 3D

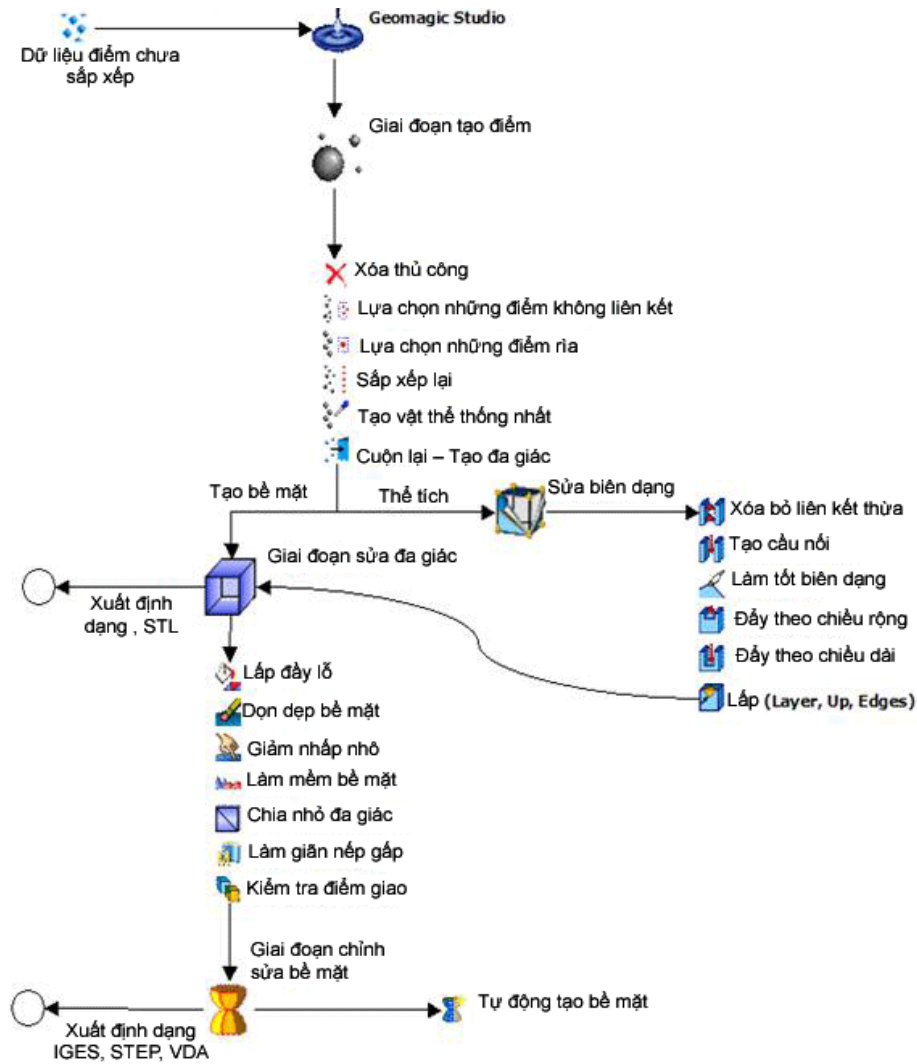
- Thu thập dữ liệu: Công nghệ quét 3D được áp dụng để lấy dữ liệu chi tiết bề mặt mẫu mặt nạ Wave α . Sử dụng máy quét 3D để thu thập dữ liệu bề mặt mặt nạ một cách chi tiết, bao gồm cả các đường cong, độ dày vật liệu, và các chi tiết nhỏ như lỗ bắt vít.

- Xử lý dữ liệu: Dữ liệu quét được lưu trữ dưới dạng mã lưới (mesh) sau đó được tối ưu hóa bằng các thuật toán AI như Machine Learning để phát hiện và khắc phục các lỗi biến dạng. AI sẽ tự động làm sạch dữ liệu quét (loại bỏ nhiễu, lỗ hổng) và tái tạo mô hình bề mặt bằng thuật toán spline hoặc NURBS, đảm bảo tái hiện chính xác các đường nét thiết kế.



Hình 2. Hình sản phẩm sau khi quét

Tạo mô hình CAD: AI sử dụng các thuật toán khớp bầu (surface fitting) để chuyển đổi từ mã lưới sang mô hình CAD có độ chính xác cao. Chuyển dữ liệu bề mặt thành mô hình CAD để phục vụ quá trình sản xuất khuôn mẫu.



Hình 3. Quy trình xử lý mẫu sau khi quét

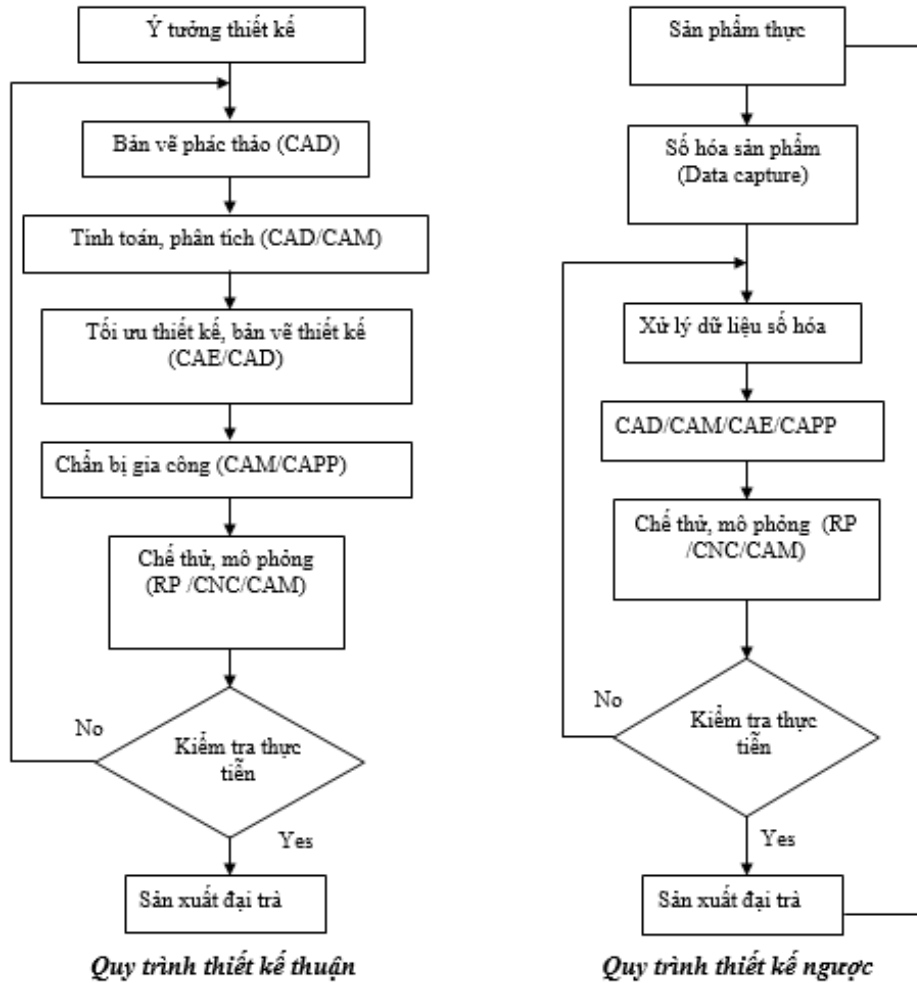
2.2.2. Tối ưu hóa thiết kế với AI

- Phân tích cấu trúc: Sử dụng phần mềm phân tích phần tử hữu hạn (Finite Element Analysis - FEA) do AI hỗ trợ để đánh giá độ cứng, khả năng chịu lực của mặt nạ. Từ đó, tối ưu hóa vật liệu và thiết kế để giảm trọng lượng mà vẫn đảm bảo độ bền.

- Cải tiến khe thoáng khí: AI phân tích luồng khí động học qua các khe thoáng để điều chỉnh vị trí, kích thước, và hình dạng khe, đảm bảo tối ưu hóa hiệu suất làm mát và thẩm mỹ.

- Tính tự động trong thiết kế và phân tích: Tối ưu hóa kiểu dáng, AI phân tích mô hình CAD để đánh giá tính động nhất, khả năng đến gãy và cải tiến kiểu dáng.

- Mô phỏng sự đàn hồi và chịu lực: AI được sử dụng trong các phần mềm CAE (Computer-Aided Engineering) để đánh giá khả năng chịu lực, giúp tối ưu hóa công nghiệp.

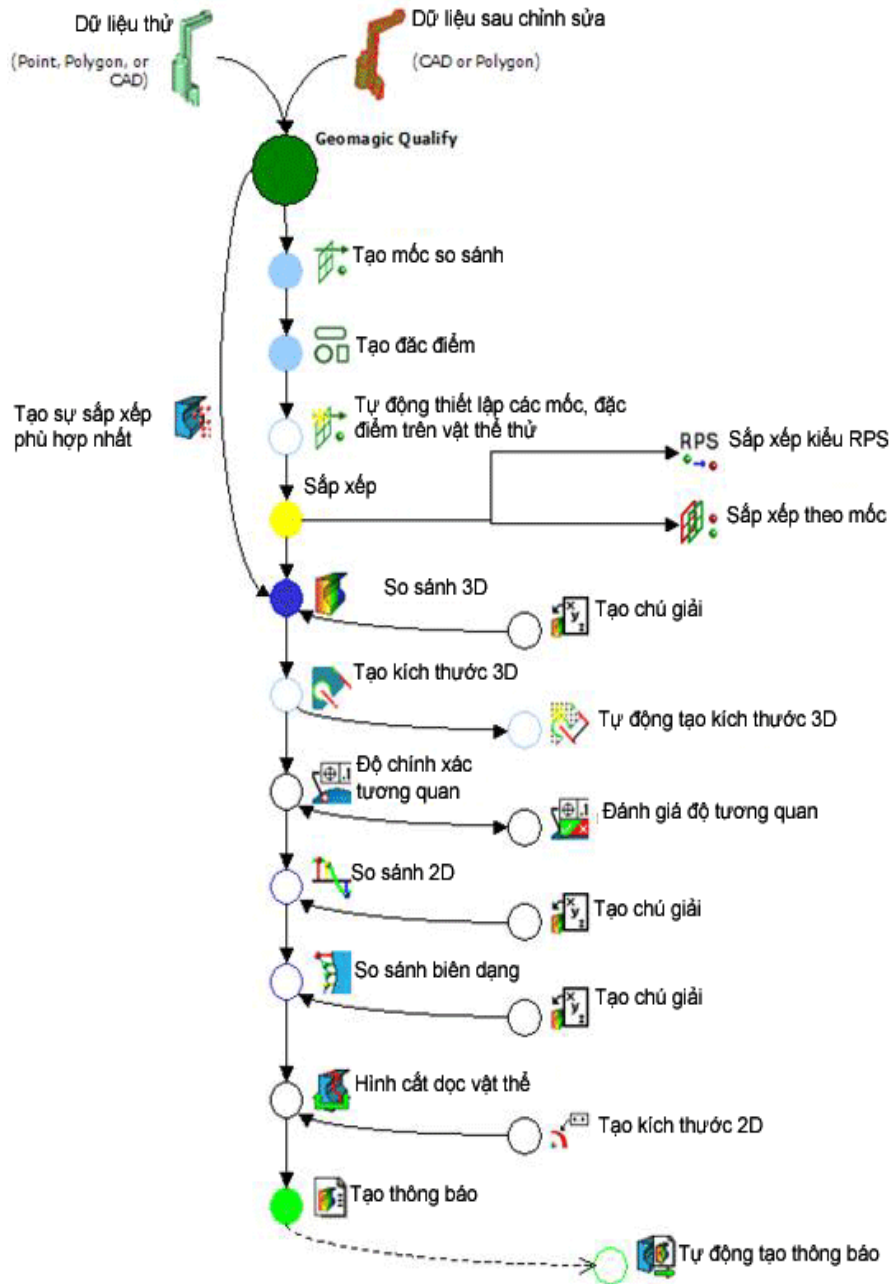


Hình 4. Quy trình thiết kế thuận và ngược

Cả hai phương pháp đều có lợi ích riêng, và AI đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa từng quá trình: Thiết kế thuận phù hợp để phát triển sản phẩm mới, tối ưu hóa sáng tạo và hiệu suất. Thiết kế ngược hiệu quả trong việc tái tạo, cải tiến và sản xuất sản phẩm dựa trên mẫu có sẵn.

Việc kết hợp cả hai phương pháp với AI có thể tạo ra quy trình thiết kế toàn diện, tận dụng ưu điểm của từng phương pháp để nâng cao chất lượng và hiệu suất sản phẩm.

Ngoài ra, AI đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa quá trình kiểm tra, giúp phát hiện lỗi nhanh hơn, nâng cao độ chính xác và giảm chi phí trong cả thiết kế thuận và thiết kế ngược.



Hình 5. Quy trình kiểm tra mẫu sau xử lý trong GeoMagic Qualify



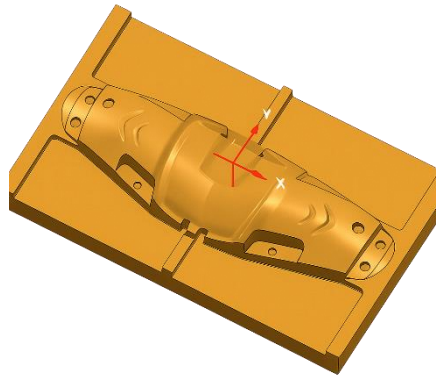
Hình 6. Mô hình 3D của sản phẩm

2.3. Ứng dụng kỹ thuật ngược và AI trong quá trình chế tạo

2.3.1. Ứng dụng kỹ thuật ngược

- Gia công khuôn chính xác: Dựa trên mô hình CAD đã tối ưu hóa, các công nghệ gia công CNC được đề xuất để tạo khuôn. Sử dụng dữ liệu CAD để điều khiển máy CNC hoặc in 3D khuôn mẫu. Công nghệ in SLA (Stereolithography) hoặc DLP (Digital Light Processing) có thể được sử dụng để tạo ra mẫu khuôn nhanh với độ chính xác cao.

- Kiểm tra khuôn: Ứng dụng công nghệ in 3D giúp sản xuất mẫu khuôn nhanh chóng, kiểm tra sự phù hợp của sản phẩm. Trước khi gia công khuôn chính thức, in 3D mẫu thử và sử dụng AI để kiểm tra độ khớp giữa mặt nạ và các bộ phận khác.



Hình 7. Mô hình tấm ghép lõi khuôn

2.3.2. Ứng dụng AI

a. Ứng dụng AI vào quy trình ép nhựa và sản xuất hàng loạt

* Điều chỉnh thông số ép nhựa bằng AI

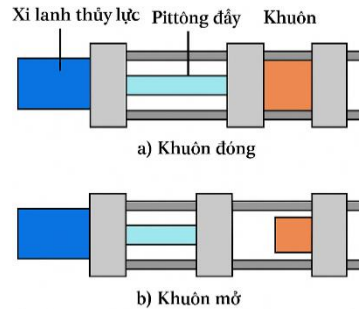
- AI có thể phân tích nhiệt độ, áp suất và tốc độ dòng chảy của nhựa để đảm bảo sản phẩm không bị lỗi (bong bóng khí, co ngót, biến dạng).

- Dự đoán các vấn đề trong quá trình ép và tự động điều chỉnh nhiệt độ, lực kẹp khuôn để tối ưu chất lượng.

* Phát hiện lỗi trong quá trình ép bằng AI (Computer Vision)

- Camera tích hợp AI có thể kiểm tra các lỗi trên mặt nạ như vết nứt, rỗ bề mặt, sai lệch màu sắc ngay trong dây chuyền sản xuất.

- Hệ thống AI sẽ tự động loại bỏ sản phẩm lỗi và thông báo để điều chỉnh thông số ép.



Hình 8. Nguyên lý máy ép phun 450T

b. Kiểm tra và hoàn thiện sản phẩm

- Kiểm tra kích thước và hình dạng bằng AI: Sử dụng cảm biến đo lường 3D và thị giác máy tính để so sánh sản phẩm hoàn thiện với bản thiết kế gốc.
- Phát hiện lỗi sơn phủ bằng AI: AI có thể quét bề mặt sơn của mặt nạ để phát hiện lỗi như màu không đồng đều, bong tróc, vết xước nhỏ mà mắt thường khó nhận ra.
- Tự động hóa khâu lắp ráp và kiểm tra cuối cùng: AI có thể điều khiển cánh tay robot lắp ráp mặt nạ với thân xe một cách chính xác và nhanh chóng. Camera AI kiểm tra sự ăn khớp của mặt nạ với các bộ phận khác để đảm bảo chất lượng sản phẩm.

c. Dự đoán bảo trì và tối ưu hóa sản xuất

- Dự đoán lỗi trong máy móc gia công: AI có thể phân tích dữ liệu hoạt động của máy ép nhựa, máy CNC để dự báo khi nào cần bảo trì, tránh tình trạng hỏng hóc bất ngờ.
- Tối ưu hóa sản lượng và giảm chi phí sản xuất: AI phân tích dữ liệu từ các lô sản xuất để điều chỉnh tốc độ sản xuất, giảm hao phí nguyên liệu. Hệ thống AI có thể đề xuất phương án sử dụng nhựa tái chế để giảm thiểu chi phí mà vẫn đảm bảo chất lượng.



2.4. Tự động hóa và kiểm soát chất lượng trong sản xuất

- Tích hợp AI vào sản xuất hàng loạt: Các robot và máy CNC được AI điều khiển đảm bảo tính nhất quán trong các đơn hàng lớn. Do vậy, máy móc được điều khiển bằng AI sẽ đảm bảo quy trình sản xuất đồng nhất, đặc biệt là trong việc ép phun nhựa để tạo hình mặt nạ đạt yêu cầu.

- Hệ thống kiểm tra chất lượng tự động: AI được tích hợp trong các quy trình để phát hiện lỗi trong quá trình sản xuất loạt. Sử dụng AI và camera cảm biến để kiểm tra từng sản phẩm sau khi sản xuất, phát hiện nhanh các lỗi nhỏ như biến dạng, bề mặt không nhẵn mịn hoặc sai lệch kích thước.

2.5. Tính hiệu quả và đề xuất

- Quy trình áp dụng AI và kỹ thuật ngược giúp rút ngắn thời gian thiết kế, sản xuất.
- Chi phí gia công khuôn và sản xuất loạt được tối ưu hóa.
- Chất lượng mặt nạ Wave α đạt độ chính xác và đồng nhất cao, đáp ứng các tiêu chuẩn khắt khe trong ngành công nghiệp xe máy.

- Chính xác hóa thiết kế: Mô hình CAD chuẩn giúp đảm bảo mặt nạ đạt được sự đồng nhất và tương thích cao trong quá trình lắp ráp.

- Tăng hiệu suất sản xuất: Rút ngắn thời gian chế tạo, giảm lãng phí nguyên vật liệu và giảm chi phí sản xuất khuôn mẫu.

- Cải thiện chất lượng sản phẩm: Mặt nạ đáp ứng tốt các tiêu chuẩn kỹ thuật, thẩm mỹ, và độ bền trong quá trình sử dụng.

3. Trao đổi và kết luận

3.1. Trao đổi về tính khả thi và ứng dụng

Việc kết hợp trí tuệ nhân tạo (AI) và kỹ thuật ngược (Reverse Engineering) trong thiết kế và chế tạo linh kiện xe máy là một xu hướng tiềm năng, giúp nâng cao hiệu suất sản xuất và chất lượng sản phẩm. Dưới đây là một số điểm cần xem xét:

- Kỹ thuật ngược hỗ trợ tái tạo và cải tiến thiết kế: Trong trường hợp không có bản vẽ thiết kế gốc của mặt nạ xe máy, kỹ thuật ngược có thể được sử dụng để quét 3D, trích xuất dữ liệu và tạo mô hình số hóa phục vụ sản xuất.

- AI tối ưu hóa thiết kế và sản xuất: AI có thể phân tích dữ liệu quét, đề xuất các cải tiến nhằm tăng độ bền, giảm trọng lượng hoặc tối ưu hóa khí động học của sản phẩm.

- Tích hợp với công nghệ sản xuất tiên tiến: AI có thể kết hợp với công nghệ in 3D, CNC hoặc mô phỏng mô hình số để rút ngắn thời gian thiết kế và thử nghiệm sản phẩm.



- Ứng dụng thực tế trong ngành công nghiệp xe máy: Các hãng xe lớn như Honda, Yamaha, Piaggio đã bắt đầu sử dụng AI và kỹ thuật ngược để cải thiện thiết kế và sản xuất linh kiện xe.

STT	Tiêu chí đánh giá	Phương pháp truyền thống	Phương pháp AI + Kỹ thuật ngược	Ghi chú
1	Thời gian thiết kế mô hình 3D	20 giờ	8 giờ	AI hỗ trợ tái tạo hình học nhanh hơn
2	Độ chính xác so với sản phẩm gốc (%)	85%	98%	Nhờ kỹ thuật quét 3D + phân tích AI
3	Số lần hiệu chỉnh thiết kế	5 lần	2 lần	AI hỗ trợ phát hiện lỗi thiết kế sớm
4	Thời gian gia công thử nghiệm	10 giờ	6 giờ	Thiết kế AI tối ưu hóa gia công CNC
5	Chi phí sản xuất mẫu thử đầu tiên (VNĐ)	8.000.000	5.500.000	Tối ưu nhờ dự đoán vật liệu và thời gian
6	Tỷ lệ mẫu bị lỗi (trên 10 sản phẩm thử)	3/10	1/10	AI giúp giảm lỗi do sai số thiết kế
7	Tổng thời gian từ thiết kế đến sản phẩm hoàn thiện	35 giờ	17 giờ	Rút ngắn gần 50%

Bảng 1. So sánh hiệu suất giữa phương pháp AI + kỹ thuật ngược và phương pháp truyền thống

3.2. Hạn chế và thách thức

- Chi phí đầu tư công nghệ: Việc triển khai AI và kỹ thuật ngược yêu cầu phần cứng mạnh (máy quét 3D, máy tính hiệu suất cao) và phần mềm chuyên dụng (SolidWorks, CATIA, AutoCAD, Coohom...).

- Yêu cầu kỹ thuật cao: Quá trình quét, xử lý dữ liệu và lập trình AI đòi hỏi đội ngũ kỹ thuật có chuyên môn sâu.

- Tính chính xác và sai số trong mô hình số hóa: Việc quét 3D có thể gặp lỗi hoặc mất dữ liệu khi tái tạo hình dạng phức tạp của mặt nạ xe máy.

3.3. Kết luận



Việc ứng dụng AI và kỹ thuật ngược trong chế tạo mặt nạ xe máy Wave α là một giải pháp khả thi và có tiềm năng lớn trong ngành sản xuất linh kiện xe máy. Công nghệ này không chỉ giúp tối ưu hóa quy trình thiết kế, mà còn góp phần nâng cao chất lượng, giảm thời gian sản xuất và tiết kiệm chi phí. AI hỗ trợ trong việc phân tích, mô phỏng và đề xuất cải tiến thiết kế dựa trên dữ liệu thực tế, giúp tăng độ chính xác và giảm thiểu sai sót. Kỹ thuật ngược giúp tái tạo và nâng cấp sản phẩm một cách hiệu quả, đặc biệt trong việc cải thiện tính thẩm mỹ và khí động học. Sự kết hợp giữa AI và kỹ thuật ngược không chỉ nâng cao hiệu suất chế tạo mà còn mở ra nhiều cơ hội đổi mới trong ngành công nghiệp sản xuất phụ tùng xe máy.

Tuy nhiên, để ứng dụng thành công, cần có sự đầu tư vào công nghệ, nhân lực và quy trình kiểm soát chất lượng. Doanh nghiệp hoặc cá nhân muốn triển khai cần đánh giá kỹ lưỡng chi phí – lợi ích, đào tạo đội ngũ và tích hợp công nghệ phù hợp với điều kiện sản xuất thực tế.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Đinh Mạnh Tường (2025). *Trí tuệ nhân tạo - cách tiếp cận hiện đại*, Nxb Khoa học & kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Văn Long Giang (2020). *Giáo trình thiết kế ngược*, Nxb Đại học Quốc gia TP.HCM, TPHCM.
- [3]. Nguyễn Văn Thái (2017). *Công nghệ chế tạo máy*, Nxb Đại học Bách khoa, Hà Nội.
- [4]. Trần Văn Bình (2016). *Kỹ thuật ngược và ứng dụng*, Nxb Khoa học & kỹ thuật, Hà Nội.
- [5]. Nguyễn Xuân Chánh (2016). *Công nghệ in 3D đã đột phá vào mọi ngành nghề*, Nxb Bách khoa Hà Nội, Hà Nội.
- [6]. Zhang, J., & Liu, Y (2020). "Artificial intelligence in automotive design and manufacturing", *Advances in Mechanical Engineering*, 12(5), 1-14.
- [7]. Cheng, H., & Tan, R. (2018). "Application of deep learning in vehicle design", *Procedia Manufacturing*, 26, 312-318.
- [8]. Kumar, P., & Kumar, A. (2019). "Recent advances in the use of artificial intelligence for automotive design", *International Journal of Vehicle Design*, 81(2), 142-159.
- [9]. Ren, X., & Chen, X. (2019). "AI-based defect detection in manufacturing", *Journal of Manufacturing Processes*, 42, 219-230.
- [10]. Jiang, Z., & Shi, J. (2018). "Machine learning for quality control in automotive parts manufacturing", *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(5), 2246-2254.
- [11]. Valerga, A. P., Batista, M., & Romero, P. A (2022). "Optimized Design and Manufacturing of a Motorcycle Fairing Spider", *Cogent Engineering*.



- [12]. Wiessler, M., & Long, H (2022). *"Design of Single Point Incremental Forming for a Motorcycle Headlight Manufacturing"*, White Rose Research Online.
- [13]. Ferdaus, F., Raghukiran, N., Vijaykumar, & Karthikeyan (2021). *"Aerodynamic Performance Improvement by Streamlining the Front Fairing of a Racing Vehicle"*, ResearchGate.
- [14]. Altair Engineering Inc (2020). *"Improving Motorcycle Aerodynamics: Find a Fairing with Low Aerodynamic Drag"*, Altair.
- [15]. University of Minnesota (2019). *"Motorcycle Aerodynamics"*, University of Minnesota Digital Conservancy.
- [16]. Mifsud, N. C (2018). *"Going the Distance: Increasing Aerodynamic Efficiency in Electric Motorcycles with the Addition of a Rear Fairing"*, University of Oregon Scholars' Bank.