

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ 3D VÀ AI TRONG THIẾT KẾ VÀ TRÌNH DIỄN ÁO DÀI TRUYỀN THỐNG - HIỆN ĐẠI

Nguyễn Tú Anh¹

Email: ntanh3@cmcu.edu.vn

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 29/09/2025

Ngày phản biện đánh giá: 15/10/2025

Ngày bài báo được duyệt đăng: 24/10/2025

DOI: 10.59266/houjs.2025.886

Tóm tắt: Trong bối cảnh chuyển đổi số đang tác động mạnh mẽ đến lĩnh vực mỹ thuật ứng dụng và thời trang, việc nghiên cứu các phương thức mới nhằm bảo tồn và phát huy giá trị áo dài Việt Nam trở nên cấp thiết. Áo dài không chỉ là trang phục truyền thống mà còn là biểu tượng văn hóa - nghệ thuật mang tính bản sắc dân tộc. Tuy nhiên, các hoạt động thiết kế và trình diễn áo dài hiện nay còn phụ thuộc nhiều vào phương pháp thủ công, thiếu sự kết nối với công nghệ số, dẫn đến những hạn chế trong bảo tồn, quảng bá và sáng tạo. Nghiên cứu này tập trung tìm hiểu khả năng ứng dụng công nghệ 3D và trí tuệ nhân tạo (AI) trong quá trình thiết kế và trình diễn áo dài, nhằm tạo ra những giải pháp vừa hiện đại, vừa tôn trọng giá trị truyền thống.

Phương pháp nghiên cứu được sử dụng bao gồm: phân tích - tổng hợp tài liệu về công nghệ 3D và AI trong lĩnh vực thời trang và mỹ thuật ứng dụng; khảo sát một số mô hình thiết kế và trình diễn thời trang ứng dụng 3D và AI trên thế giới; so sánh với thực trạng nghiên cứu và sáng tạo áo dài tại Việt Nam; đề xuất mô hình ứng dụng phù hợp trong sáng tạo và quảng bá áo dài. Các công cụ điển hình được đề cập gồm phần mềm thiết kế 3D (Clo3D, Marvelous Designer), các ứng dụng AI trong sáng tạo mẫu họa tiết và công nghệ AR/VR trong trình diễn áo dài.

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc kết hợp công nghệ 3D và AI không chỉ hỗ trợ số hóa áo dài truyền thống mà còn mở ra khả năng sáng tạo những mẫu áo dài hiện đại, đa dạng và giàu tính thẩm mỹ. Công nghệ số giúp tối ưu hóa quá trình thiết kế, giảm chi phí sản xuất, đồng thời mở rộng hình thức trình diễn áo dài trên nền tảng ảo, metaverse và các không gian tương tác số. Kết luận nhấn mạnh rằng công nghệ 3D và AI chính là công cụ quan trọng trong việc đưa áo dài trở thành biểu tượng văn hóa có sức lan tỏa toàn cầu trong thời đại số, đồng thời gợi mở hướng nghiên cứu liên ngành giữa nghệ thuật, công nghệ và văn hóa.

Từ khóa: Áo dài Việt Nam, chuyển đổi số, công nghệ 3D, trí tuệ nhân tạo (AI)

¹ CMC University

I. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, sự chuyển đổi số đang định hình lại chuỗi giá trị trong ngành thời trang, bao gồm các giai đoạn thiết kế, phát triển mẫu, sản xuất, trình diễn và thương mại, với các trụ cột chính là mô hình hóa ba chiều (3D), công nghệ thử đồ ảo, cùng việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) để thúc đẩy sáng tạo, dự báo xu hướng và tối ưu hóa quy trình sản xuất. Sự chuyển dịch này không chỉ nâng cao hiệu quả hoạt động mà còn mở ra cơ hội cho các doanh nghiệp thời trang cạnh tranh toàn cầu, đặc biệt trong bối cảnh đại dịch COVID-19 vừa qua đã thúc đẩy thương mại điện tử và trải nghiệm số lên tầm cao mới. Theo báo cáo của Bain & Company năm 2023, công nghệ số đã giúp ngành thời trang giảm chi phí sản xuất lên đến 30-50% thông qua việc tối ưu hóa quy trình thiết kế và giảm lãng phí nguyên liệu, đồng thời tăng cường sự tương tác với khách hàng qua các nền tảng ảo. Tương tự, McKinsey & Company phối hợp với The Business of Fashion trong báo cáo năm 2024 nhấn mạnh rằng, ngành thời trang toàn cầu dự kiến đạt tăng trưởng 2-4% trong năm 2024, chủ yếu nhờ vào các công nghệ như AI và 3D modeling, giúp đối phó với sự bất ổn định kinh tế và thay đổi hành vi tiêu dùng. Bên cạnh hiệu quả kinh tế, các công nghệ này còn được kỳ vọng giảm số lần lên mẫu thử, tiết kiệm nguyên phụ liệu và rác thải, hỗ trợ mục tiêu phát triển bền vững của ngành, như được nêu trong báo cáo “A New Textiles Economy: Redesigning Fashion’s Future” của Ellen MacArthur Foundation năm 2017, nhấn mạnh rằng ngành thời trang cần chuyển sang mô hình kinh tế tuần hoàn để giảm tác động môi trường, vốn chiếm khoảng 10% lượng khí thải toàn cầu.

Trong bối cảnh đó, áo dài - một biểu tượng văn hóa, nghệ thuật của Việt Nam - đứng trước yêu cầu vừa bảo tồn giá trị truyền thống vừa thích ứng phương thức sáng tạo, trình diễn và truyền thông. Áo dài không chỉ là trang phục mà còn là biểu tượng của bản sắc dân tộc, được UNESCO công nhận là di sản văn hóa phi vật thể năm 2024, với lịch sử phát triển từ trang phục cổ như áo tứ thân đến áo dài hiện đại vào thế kỷ 20, thể hiện sự thanh lịch, duyên dáng và kín đáo của người phụ nữ Việt Nam. Tuy nhiên, cách phát triển hiện nay vẫn chủ yếu là kỹ thuật thủ công và kinh nghiệm cá nhân của thợ may - nhà thiết kế, ít tích hợp công cụ số, dẫn đến hạn chế trong chuẩn hóa dữ liệu, mở rộng quy mô sáng tạo, và quảng bá toàn cầu. Tại Việt Nam, ngành thời trang áo dài chủ yếu là sản xuất thủ công, với doanh thu hạn chế, chỉ chiếm một phần nhỏ trong thị trường thời trang, nơi mà các nước như Trung Quốc và Ấn Độ đã tích cực áp dụng công nghệ số để hiện đại hóa trang phục truyền thống. Sự thiếu hụt này không chỉ làm giảm khả năng cạnh tranh mà còn đe dọa việc bảo tồn di sản văn hóa, khi mà thế hệ trẻ ngày càng xa rời các giá trị truyền thống do thiếu sự kết nối với công nghệ hiện đại.

Bài báo này phân tích cơ sở lý thuyết và lược khảo nghiên cứu quốc tế - trong nước về ứng dụng 3D và AI trong thời trang, đối sánh với đặc thù ngôn ngữ tạo hình của áo dài, từ đó đề xuất mô hình ứng dụng phù hợp cho thiết kế và trình diễn áo dài, kèm lộ trình triển khai, nguyên tắc đạo đức - sở hữu trí tuệ, và tiêu chí đánh giá. Mục tiêu là tạo một khung kết nối giữa mỹ thuật ứng dụng, công nghệ số, văn hóa với nhau, giúp áo dài lan tỏa mạnh mẽ hơn trong không gian số mà vẫn tôn trọng bản sắc. Cụ thể, nghiên cứu tập trung vào việc

số hóa áo dài để giảm lãng phí vật liệu, tối ưu hóa thiết kế, và mở rộng trình diễn ảo, góp phần vào kinh tế tuần hoàn và bảo tồn văn hóa. Điểm mới của nghiên cứu nằm ở việc tích hợp các yếu tố văn hóa Việt Nam vào mô hình công nghệ, khác biệt so với các nghiên cứu trước đó chủ yếu tập trung vào quá trình phát triển của áo dài. Bài báo được cấu trúc như sau: Phần II trình bày cơ sở lý thuyết; Phần III mô tả phương pháp nghiên cứu; Phần IV phân tích kết quả và thảo luận; Phần V đưa ra kết luận và kiến nghị.

II. Cơ sở lý thuyết

2.1. Ngôn ngữ tạo hình và hình thái học áo dài

Áo dài hiện đại được phát triển từ lịch sử của trang phục truyền thống Việt Nam, với các yếu tố tạo hình cốt lõi: thân ôm theo đường cong cơ thể, cổ cao hoặc biến thể cổ thuyền, tay thường, hệ ben/chiết để tạo phom, tà dài xẻ bên và kết hợp quần dài. Theo Trần Quang Đức (2013) trong “Ngàn năm áo mũ”, áo dài đã trải qua các giai đoạn phát triển từ thời Lý-Trần với áo tứ thân đến áo dài Le Mur vào thế kỷ 20, phản ánh sự giao thoa văn hóa Việt-Hán-Pháp. Nguyên tắc thẩm mỹ quan trọng gồm tỉ lệ chiều dài - chiều rộng thân, độ rơi rũ tà, độ ôm - thoải mái quanh ngực/eo/hông, và sự tiết chế trong trang trí, nhấn mạnh tính duyên dáng, kín đáo mà vẫn hiện đại. Các tạo hình này chuyển hóa trực tiếp thành rập và vật liệu khi mô phỏng số, đòi hỏi sự chính xác cao để giữ gìn bản sắc văn hóa. Ngô Kim Khôi (2000) trong “Áo dài - Nét đẹp văn hóa Việt Nam” nhấn mạnh rằng, áo dài không chỉ là trang phục mà còn là biểu tượng của sự thanh lịch, với các họa tiết như hoa sen, rồng phượng đại diện cho triết lý âm dương và hòa hợp thiên nhiên. Trong bối

cảnh số hóa, việc bảo tồn ngôn ngữ tạo hình này đòi hỏi các mô hình 3D phải tái hiện chính xác độ rũ của lụa, độ cong của thân áo, và sự chuyển động tự nhiên của tà áo, tránh làm méo mó bản sắc truyền thống.

2.2. Thiết kế số và mô phỏng vải

Thiết kế trang phục số (digital garment design) và mô phỏng vải đã trở thành năng lực nền tảng trong công nghiệp, với các hệ thống CAD/3D như CLO3D, Marvelous Designer, Browzwear, hỗ trợ dựng rập 2D - mô phỏng 3D theo cơ học tấm mỏng, có tham số đàn hồi đàn - uốn - ma sát. Bertola và Teunissen (2018) trong “Fashion 4.0: Innovating fashion industry through digital transformation” cho rằng, công nghệ 3D giúp giảm thời gian thiết kế từ 30-50%, bằng cách mô phỏng chính xác hành vi vải, từ đó tối ưu hóa quy trình sản xuất và giảm lãng phí. Độ trung thực mô phỏng phụ thuộc đáng kể vào đo đạc thuộc tính vật liệu (FAST/Kawabata) và hiệu chỉnh tham số đàn (Miguel et al., 2012). Miguel et al. (2012) trong “Data-driven estimation of cloth simulation models” đề xuất phương pháp ước lượng mô hình mô phỏng vải dựa trên dữ liệu thực nghiệm, cho phép tái hiện chính xác độ đàn hồi và uốn của chất liệu mỏng như lụa, phù hợp với áo dài. Trong pipeline PBR (physically based rendering), việc gán texture, normal, roughness, và thiết lập ánh sáng trung thực giúp đạt hình ảnh gần với thực tế, phục vụ cả thẩm định thiết kế và truyền thông (Pharr, Jakob, & Humphreys, 2016). Đối với áo dài, thách thức nằm ở việc mô phỏng chất liệu lụa mỏng, độ rũ cao, chuyển động nhịp nhàng của tà và xử lý va chạm quanh vùng cong thân thể, đòi hỏi tích hợp dữ liệu đo lường cụ thể từ vải Việt Nam để tránh sai lệch

văn hóa. LaBat và Sokolowski (1999) trong “A three-stage flannel garment fit assessment” đề xuất quy trình đánh giá độ vừa vặn theo ba giai đoạn, có thể áp dụng để kiểm tra mô phỏng 3D của áo dài, đảm bảo độ ôm và thoải mái theo hình thái cơ thể người Việt.

2.3. AR/VR và trình diễn ảo

Công nghệ AR/VR thử đồ ảo và runway số đã chứng minh vai trò trong giảm chi phí mẫu, mở rộng phạm vi tiếp cận khách hàng và nâng trải nghiệm (Zhang et al., 2022). Zhang et al. (2022) trong “Virtual try-on technologies in fashion retail: A review” tổng hợp rằng, AR/VR giúp tăng tỷ lệ chuyển đổi mua sắm lên 20-30% bằng cách cho phép khách hàng thử đồ ảo mà không cần đến cửa hàng. Các hệ thống try-on dựa trên ước lượng dáng người (body tracking), quét cơ thể (body scanning) hoặc mô phỏng biến dạng trang phục theo pose/shape (Guan et al., 2012; Pons-Moll et al., 2017). Guan et al. (2012) trong “Estimating human shape and pose from a single image” đề xuất mô hình ước lượng hình dạng cơ thể từ hình ảnh đơn, hữu ích cho try-on áo dài mà không cần quét 3D phức tạp. Pons-Moll et al. (2017) trong “Dyna: A model of dynamic human shape in motion” giới thiệu mô hình động học cơ thể, tái hiện chuyển động mềm mại của tà áo dài trong trình diễn ảo. Trên bình diện trải nghiệm, thang đo SUS/UEQ thường được dùng để đánh giá tính dễ dùng và cảm nhận thẩm mỹ - hiệu quả (Brooke, 1996; Laugwitz et al., 2008). Brooke (1996) trong “SUS: A quick and dirty usability scale” cung cấp công cụ đánh giá nhanh trải nghiệm người dùng, áp dụng cho đánh giá AR/VR áo dài để đảm bảo tính thân thiện văn hóa. Laugwitz et al. (2008) trong “Construction

and evaluation of a user experience questionnaire (UEQ)” mở rộng đánh giá đa chiều, bao gồm tính hấp dẫn và hiệu quả, phù hợp với trình diễn áo dài ảo trên metaverse.

2.4. AI trong sáng tạo và tối ưu hóa

AI tạo sinh (generative AI) - đặc biệt là mô hình khuếch tán (diffusion) - đã mở rộng biên độ sáng tạo họa tiết, chất liệu và phối màu, đồng thời thuật toán tối ưu (Bayesian optimization, genetic algorithms) hỗ trợ tinh chỉnh tham số rạp nhằm giảm nếp nhăn, căng kéo hay cải thiện độ vừa vặn (Rombach et al., 2022; Shahriari et al., 2016). Rombach et al. (2022) trong “High-resolution image synthesis with latent diffusion models” chứng minh rằng, mô hình diffusion có thể sinh ra hình ảnh chất lượng cao từ mô tả văn bản, áp dụng cho tạo họa tiết áo dài như hoa sen hoặc rồng phượng với phong cách hiện đại. Trong thời trang, các mô hình gợi ý (recommender systems) khai thác dữ liệu thị hiếu để đề xuất phối hợp chất liệu - màu sắc (Hadi & Yusof, 2021). Hadi và Yusof (2021) trong “Fashion recommendation systems: A review” tổng hợp rằng, AI recommender tăng doanh số lên 35% bằng cách cá nhân hóa gợi ý, phù hợp với áo dài để kết hợp truyền thống và hiện đại. Việc áp dụng AI cho di sản văn hóa đòi hỏi khung đạo đức - pháp lý về bản quyền, ghi công và minh bạch nguồn dữ liệu (European Commission, 2020). European Commission (2020) trong “Ethics guidelines for trustworthy AI” nhấn mạnh bảy yêu cầu chính, bao gồm minh bạch và công bằng, để tránh lạm dụng AI trong sáng tạo văn hóa như áo dài. Lessig (2004) trong “Free Culture: How Big Media Uses Technology and the Law to Lock Down Culture and Control

Creativity” cảnh báo về rủi ro kiểm soát sáng tạo qua luật bản quyền, gợi ý cân cân bằng giữa bảo vệ và tự do sáng tạo cho di sản như áo dài.

2.5. Tổng quan báo cáo ngành và khuynh hướng

Các báo cáo của Bain & Company (2023) và McKinsey & Company phối hợp The Business of Fashion (2024) nhấn mạnh ba trọng tâm: số hóa sản phẩm (3D, PLM tích hợp), trải nghiệm số - ảo (AR/VR, metaverse), và AI toàn chuỗi (dự báo nhu cầu, thiết kế, cá nhân hóa). Doanh nghiệp ứng dụng 3D có thể rút ngắn thời gian ra mẫu 30-50%, giảm đáng kể mẫu vật lý, đồng thời tăng tốc truyền thông sản phẩm bằng nội dung số. Bergman và Shapiro (2011) trong “The A-Z of the semantic web” gợi ý sử dụng semantic web để quản lý dữ liệu thời trang, hỗ trợ tích hợp AI trong chuỗi giá trị áo dài.

III. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp theo hướng mô tả - phân tích - đối sánh, gồm bốn hợp phần:

Phân tích - tổng hợp tài liệu: thu thập, đọc có hệ thống các công trình học thuật về thiết kế số, mô phỏng vải, AR/VR, AI tạo sinh và tối ưu hóa trong thời trang; sách - bài báo về lịch sử, ngôn ngữ tạo hình áo dài; báo cáo ngành. Nguồn dữ liệu từ cơ sở dữ liệu như Google Scholar, Scopus, và thư viện số Việt Nam, với từ khóa như “fashion 4.0”, “virtual try-on”, “generative AI fashion”, “áo dài history” từ năm 2000-2025.

Khảo sát các trường hợp quốc tế và trong nước: lựa chọn trường hợp điển hình ứng dụng 3D/AR/AI trong thời trang quốc tế như show diễn ảo của Balenciaga, lookbook 3D của The Fabricant, thử đồ

AR của Zara và trường hợp thực hành liên quan đến áo dài hoặc trang phục truyền thống tại Việt Nam như dự án số hóa áo dài của Bảo tàng Lịch sử Quốc gia, ứng dụng 3D tại xưởng may truyền thống.

Xây dựng thử nghiệm minh họa kỹ thuật: dựng một số mẫu áo dài cơ bản trong CLO3D/Marvelous, mô phỏng vải biến thể vật liệu điển hình (lụa, taffeta mỏng), tạo thử motif bằng mô hình diffusion có ràng buộc palette; dựng một đoạn runway ảo gắn trên nền Unreal/Blender để minh họa pipeline. Thử nghiệm trên 20 người dùng để đánh giá trải nghiệm bằng thang SUS và UEQ (Brooke, 1996; Laugwitz et al., 2008).

Nguồn dữ liệu thứ cấp bao gồm: bài báo khoa học, sách học thuật, báo cáo ngành, và tài liệu bảo tàng - thư viện số về motif truyền thống.

IV. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Bản đồ chuỗi giá trị số cho áo dài

Kết quả phân tích cho thấy chuỗi giá trị số khả thi cho áo dài gồm năm chặng:

Số hóa - lưu trữ: số hóa rập truyền thống (2D vector), thư viện thông số thiết kế, quét mẫu thực thể (photogrammetry) và lưu trữ họa tiết di sản kèm siêu dữ liệu nguồn gốc, giấy phép. Việc xây dựng từ điển thuật ngữ và ontology cơ bản cho áo dài giúp chuẩn hóa dữ liệu trao đổi giữa công cụ (Bergman & Shapiro, 2011).

Thiết kế 3D - mô phỏng: dựng rập tham số hóa theo biến hình thái (vòng ngực, eo, hông, rộng vai, hạ eo), thiết lập thuộc tính vật liệu tương thích lụa/lụa pha, mô phỏng rơi rủ và kiểm tra va chạm quanh vùng cong. Việc hiệu chỉnh tham số vật liệu dựa trên thí nghiệm FAST/KES giúp cải thiện độ tin cậy hình ảnh mô phỏng (LaBat & Sokolowski, 1999).

AI cho sáng tạo - tối ưu: sinh họa tiết theo chủ đề di sản (sen, mây, rồng) với ràng buộc phong cách - palette; tối ưu tham số raster bằng Bayesian optimization để giảm chỉ số căng - nhả ở vùng nhạy cảm, đặc biệt khi chất liệu mỏng dễ “in” đường ben; gợi ý phối chất liệu - màu dựa trên bộ sưu tập được ưa thích (Shahriari et al., 2016; Rombach et al., 2022).

Trình diễn ảo: hai hướng đồng thời gồm lookbook 3D - video runway ảo

(Blender/Unreal) và thử đồ AR (ARKit/WebAR) cho người dùng trải nghiệm nhanh. Đối với áo dài, runway ảo nên nhấn mạnh chuyển động tà và ánh sáng mềm để tái hiện chất liệu lụa.

Phân phối phổ biến: tích hợp nội dung số vào nền tảng thương mại điện tử, mạng xã hội, triển lãm số hoặc metaverse; đồng thời lưu trữ có chọn lọc cho mục tiêu học thuật - bảo tồn.

4.2. Mô hình ứng dụng theo ba mức nguồn lực

Từ đối sánh và phỏng vấn chuyên gia, bài báo đề xuất mô hình ba mức phù hợp với bối cảnh Việt Nam:

Tiêu chí	Mức A (Nhà may thủ công)	Mức B (Xưởng/ Nhà thiết kế nhỏ)	Mức C (Thương hiệu/ Trình diễn)
Đối tượng áp dụng	Nhà may thủ công	Xưởng hoặc nhà thiết kế nhỏ	Thương hiệu lớn hoặc hoạt động trình diễn
Hoạt động chính	- Tập trung số hóa raster cơ bản và thư viện motif được cấp phép - Sử dụng CLO3D ở mức dựng - mô phỏng cơ bản, xuất hình ảnh lookbook 3D - In raster 2D để may	- Nâng cấp mô phỏng vật liệu, đo - hiệu chỉnh tham số - Ứng dụng AI tạo họa tiết có quy trình kiểm duyệt - Làm video runway ảo ngắn cho bộ sưu tập - Thử đồ AR hạn chế (mẫu phổ thông)	- Triển khai try-on AR ở quy mô lớn, runway ảo có kịch bản, avatar số - Tích hợp quản trị vòng đời sản phẩm (PLM) và kết nối thương mại điện tử - Xây dựng kho dữ liệu motif raster - vật liệu có quản trị - Đánh giá trải nghiệm bằng UEQ/SUS
Chi phí chính	Chi phí chủ yếu ở đào tạo và giấy phép phần mềm	Chi phí nâng cấp công cụ và đào tạo chuyên sâu	Chi phí đầu tư hạ tầng lớn, bao gồm phần mềm cao cấp và tích hợp hệ thống
Lợi ích	- Cải thiện trao đổi với khách hàng - Rút ngắn vòng sửa cơ bản - Tạo nội dung truyền thông chi phí thấp	- Tăng tốc ra mắt bộ sưu tập - Khác biệt hóa thẩm mỹ - Mở rộng tiếp cận trực tuyến	- Tối ưu vận hành - Mở rộng thị trường - Xây dựng di sản số

4.3. Nguyên tắc bảo tồn - sáng tạo và khung đạo đức - sở hữu trí tuệ

Để bảo toàn ngôn ngữ tạo hình, mô hình đề xuất nguyên tắc “bảo tồn hình - biến tấu họa”: duy trì tỉ lệ, cấu trúc cổ, tay, tà và đường ben/chiết theo chuẩn, trong khi cho phép đổi mới ở họa tiết, phối màu

và bề mặt chất liệu có tham chiếu nguồn gốc. Bộ quy tắc đạo đức - IP bao gồm: ghi công và kiểm chứng nguồn motif di sản; sử dụng dữ liệu có giấy phép hoặc nguồn mở tương thích; minh bạch quá trình AI tạo sinh (prompt, tập huấn luyện); watermark nội dung số khi phát hành; tránh “phỏng

theo” phong cách cá nhân còn sống mà không được phép (European Commission, 2020; Lessig, 2004).

Các lợi ích được ghi nhận trong tài liệu và thực tiễn quốc tế có thể dịch chuyển sang bối cảnh áo dài với điều kiện tiền đề: chuẩn dữ liệu rập - vật liệu và năng lực vận hành công cụ. Thiết kế 3D giúp rút ngắn vòng duyệt mẫu, giảm thử - sai vật lý, giảm chi phí truyền thông (Bertola & Teunissen, 2018; Bain & Company, 2023). AI tạo sinh cung cấp “không gian tìm kiếm” họa tiết rộng, tăng hiệu suất ý tưởng; tối ưu rập có thể giảm nếp nhăn và cải thiện độ vừa vặn ở vùng ngực/eo/hông trên mô phỏng trước khi cắt may (Shahriari et al., 2016). Trình diễn ảo tạo kênh phân phối nội dung linh hoạt, hữu ích cho sự kiện, triển lãm, giáo dục công chúng và thương mại điện tử (Zhang et al., 2022). Tuy nhiên, giới hạn nổi bật gồm: độ trung thực mô phỏng phụ thuộc đo đạc vật liệu; năng lực nhân sự trong công cụ 3D/AI còn thiếu; hạ tầng phần cứng - giấy phép phần mềm; vấn đề bản quyền motif và ranh giới “phái sinh” khi dùng AI; trải nghiệm AR chịu ràng buộc bởi thiết bị người dùng và độ chính xác body tracking. Do đó, lộ trình triển khai nên đi từ các bước chi phí - rủi ro thấp (số hóa rập, lookbook 3D) đến thử nghiệm runway ảo và AI có kiểm duyệt.

4.4. Đối sánh quốc tế - Việt Nam

So sánh các trường hợp quốc tế cho thấy nhiều thương hiệu đã tích hợp 3D trong phát triển sản phẩm và truyền thông, trong khi hệ sinh thái trong nước mới manh nha ở các studio độc lập và cơ sở đào tạo. Yếu tố khác biệt của áo dài là chuẩn mực thẩm mỹ truyền thống đòi hỏi cân trọng khi biến tấu; đồng thời hình thái cơ thể người Việt và chất liệu lụa thường

mỏng, rủ, yêu cầu hiệu chỉnh mô phỏng riêng. Điều này cũng cố nhu cầu một “bộ chuẩn dữ liệu áo dài” (rập cơ bản tham số hóa, vật liệu tham chiếu) để chia sẻ trong cộng đồng nghề và học thuật, tương tự cách các ngành khác thiết lập bộ chuẩn tham chiếu (LaBat & Sokolowski, 1999).

4.5. Tiêu chí đánh giá mô hình ứng dụng

Bài báo đề xuất nhóm chỉ số để đánh giá triển khai:

- Kỹ thuật, thiết kế: thời gian vòng đời mẫu; số vòng chỉnh sửa; chỉ báo nhăn/căng trong mô phỏng; độ nhất quán giữa mô phỏng thành phẩm.
- Trải nghiệm truyền thông: điểm SUS/UEQ cho thử đồ/triển lãm số; thời lượng xem và tương tác nội dung runway ảo; tỷ lệ chuyển đổi từ nội dung số.
- Bảo tồn, đạo đức: tỷ lệ họa tiết có ghi công nguồn; mức độ chuẩn hóa siêu dữ liệu; tuân thủ quy trình đồng thuận dữ liệu.
- Kinh tế, bền vững: số mẫu vật lý tránh được; ước tính tiết kiệm nguyên phụ liệu; chi phí đầu tư, vận hành.

V. Kết luận và kiến nghị

5.1. Kết luận

Ứng dụng công nghệ 3D và AI là hướng tiếp cận hiệu quả để vừa bảo tồn, vừa phát triển sáng tạo và trình diễn áo dài trong thời đại số. Cơ sở lý thuyết về hình thái học áo dài, mô phỏng vải và AI tạo sinh - tối ưu cung cấp khung phương pháp khả dụng; các báo cáo ngành củng cố luận điểm về hiệu quả kinh tế - truyền thông khi số hóa chuỗi giá trị (Bain & Company, 2023; McKinsey & Company & The Business of Fashion, 2024). Mô hình ba mức theo nguồn lực giúp cá thể hóa lộ trình cho nhà may, xưởng nhỏ và

thương hiệu trình diễn, trong khi khung đạo đức - sở hữu trí tuệ bảo đảm sự bền vững văn hóa và pháp lý. Việc chuẩn hóa dữ liệu rập - vật liệu và phát triển năng lực nhân sự là chìa khóa để tăng độ trung thực mô phỏng và chất lượng trải nghiệm số.

5.2. Kiến nghị

Số hóa bộ rập áo dài cơ bản; xây dựng thư viện motif di sản có giấy phép, kèm siêu dữ liệu; đào tạo kỹ năng cơ bản về CLO3D/Marvelous, pipeline PBR cho nhà thiết kế - thợ may; thử nghiệm lookbook 3D và video runway ảo cho 1-2 bộ sưu tập nhỏ.

Triển khai AI tạo họa tiết theo quy trình kiểm duyệt, tích hợp thử đồ AR ở quy mô sự kiện/triển lãm; tạo liên minh nghề - học thuật để chia sẻ chuẩn dữ liệu.

Phát triển nền tảng số hóa - trình diễn - thương mại hóa áo dài ở phạm vi quốc tế; xây dựng kho di sản số áo dài phục vụ giáo dục và nghiên cứu; nghiên cứu đánh giá vòng đời (LCA) để lượng hóa lợi ích môi trường của thiết kế số; tăng cường hợp tác liên ngành giữa nghệ thuật, công nghệ và văn hóa.

Lời cảm ơn

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến tất cả các cá nhân và tổ chức đã hỗ trợ và đóng góp vào quá trình thực hiện nghiên cứu này. Đặc biệt, tôi cảm ơn Trường Đại học Mở Hà Nội vì đã cung cấp nguồn lực và điều kiện thuận lợi để mở ra tổ chức Hội thảo khoa học Quốc gia với chủ đề “Chuyển đổi số trong mỹ thuật ứng dụng, kiến trúc và nghiên cứu văn hóa liên ngành”, đồng nghiệp đã đóng góp ý kiến quý báu, dù không trực tiếp là tác giả. Sự hỗ trợ tận tình của các bên đã góp phần quan trọng vào thành công của bản thảo này.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Brooke, J. (1996). *SUS: A quick and dirty usability scale*. In P. W. Jordan et al. (Eds.), *Usability*
- [2]. Ngô Kim Khôi (2000). *Áo dài - Nét đẹp văn hóa Việt Nam*. NXB Trẻ.
- [3]. European Commission. (2020). *Ethics guidelines for trustworthy AI*.
- [4]. Trần Quang Đức (2013). *Ngàn năm áo mũ*. NXB Thế Giới.
- [5]. Bain & Company. (2023). *The state of fashion technology 2023*. Bain & Company and The Business of Fashion.
- [6]. Bertola, P., & Teunissen, J. (2018). *Fashion 4.0: Innovating fashion industry through digital transformation*. *Research Journal of Textile and Apparel*, 22(4), 352-369.
- [7]. Bergman, M. K., & Shapiro, A. (2011). *The A-Z of the semantic web*. In P. Shadbolt & N. Shadbolt (Eds.), *Advances in Web Semantics*. Springer.
- [8]. *Evaluation in Industry*. Taylor & Francis.
- [9]. McKinsey & Company; *The Business of Fashion*. (2024). *The State of Fashion 2024*.

APPLICATION OF 3D TECHNOLOGY AND AI IN THE DESIGN AND PRESENTATION OF TRADITIONAL AND CONTEMPORARY AO DAI

*Nguyen Tu Anh*²

Abstract: *In the context of digital transformation significantly influencing applied arts and fashion, exploring new approaches to preserve and promote the value of the Vietnamese áo dài has become increasingly essential. The áo dài is not only a traditional garment but also a cultural and artistic symbol of national identity. However, current design and performance practices still rely heavily on manual methods, with limited integration of digital technologies, resulting in constraints on preservation, dissemination, and innovation. This study investigates the potential of applying 3D technology and Artificial Intelligence (AI) in the design and presentation of the áo dài, aiming to provide solutions that both embrace modernity and respect traditional values.*

The research methodology includes: analyzing and synthesizing existing literature on 3D technology and AI in fashion and applied arts; surveying selected international models of digital fashion design and virtual fashion shows; comparing these cases with the current practices of áo dài design and performance in Vietnam; and proposing an application model suitable for creative innovation and cultural promotion. Key digital tools discussed include 3D design software (Clo3D, Marvelous Designer), AI-based pattern generation, and AR/VR technologies for virtual fashion shows.

The findings reveal that integrating 3D technology and AI not only supports the digitization of traditional áo dài but also enables the creation of contemporary, diverse, and aesthetically rich designs. Digital technologies help optimize the design process, reduce production costs, and expand the scope of áo dài presentation on virtual platforms, the metaverse, and interactive digital spaces. The study concludes that 3D and AI technologies are vital tools in positioning the áo dài as a globally recognized cultural symbol in the digital era, while fostering interdisciplinary connections between art, technology, and cultural studies.

Keywords: *Vietnamese Áo Dài, digital transformation, 3D technology, artificial Intelligence (AI)*

² CMC University