

TỔNG QUAN ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ AI TRONG DỆT MAY

OVERVIEW OF AI TECHNOLOGY APPLICATIONS IN THE TEXTILE AND APPAREL INDUSTRY

ThS. Đỗ Thị Tuyết Lan

Khoa Dệt may Thời trang, Trường Đại học Kinh tế – Kỹ thuật Công nghiệp

Email: dtlan@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Trí tuệ nhân tạo (AI) hiện đại đang được ứng dụng rộng rãi trong ngành dệt may nhằm nâng cao độ chính xác, tốc độ và hiệu quả sản xuất. Thông qua việc thu thập và phân tích dữ liệu lớn, các hệ thống AI hỗ trợ tối ưu hóa quy trình, giảm chi phí, cải thiện chất lượng và tăng năng suất. Các thuật toán học máy, học sâu và thị giác máy tính đã chứng minh hiệu quả vượt trội trong nhận dạng hình ảnh, xử lý vật liệu và phân tích dữ liệu. Bài báo này tập trung tổng quan các phương pháp AI được ứng dụng trong quy trình kỹ thuật đảo ngược, mở ra hướng tiếp cận mới cho sản xuất dệt may hiện đại.

Từ khóa: Trí tuệ nhân tạo (AI); Ngành dệt may; Xử lý ảnh.

ABSTRACT

Modern artificial intelligence (AI) has been increasingly applied in the textile industry to enhance accuracy, speed, and production efficiency. By collecting and analyzing big data, AI systems support process optimization, cost reduction, quality improvement, and productivity enhancement. Machine learning, deep learning, and computer vision algorithms have demonstrated outstanding performance in image recognition, material processing, and data analysis. This paper provides a comprehensive review of AI techniques applied in reverse engineering processes, offering new approaches for modern textile manufacturing.

Keywords: Artificial intelligence (AI); Textile industry; Image processing.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trí tuệ nhân tạo (AI), một lĩnh vực rộng của khoa học máy tính, hướng tới việc tạo ra các máy thông minh có khả năng thực hiện những nhiệm vụ vốn đòi hỏi trí tuệ con người [1]. Với tính chất liên ngành và nhiều ứng dụng, đặc biệt là sự phát triển của học máy và học sâu, AI đang cách mạng hóa hầu hết các

lĩnh vực công nghiệp, nâng cao năng suất, giảm công việc lặp lại và cải thiện trải nghiệm khách hàng [2]. AI cho phép máy móc mô phỏng hoặc vượt qua khả năng trí tuệ của con người thông qua việc kết hợp dữ liệu lớn, xử lý nhanh và các thuật toán thông minh [3, 4]. Thuật toán AI là dạng nâng cao của học máy, giúp máy tính tự học, cải thiện quy trình và thực hiện công việc nhanh hơn con người [4]. Trí tuệ bao gồm các

thành phần như học tập, tri giác, giải quyết vấn đề, suy luận và ngôn ngữ.

Ngành dệt may có ảnh hưởng lớn đến chất lượng cuộc sống, trong đó quần áo là nhu cầu thiết yếu. Đổi mới là chiến lược quan trọng để duy trì cạnh tranh, thể hiện qua việc áp dụng trí tuệ máy tính, vật liệu bền vững và kỹ thuật sản xuất hiện đại. Sự tiến bộ công nghệ trong sản xuất vải đã cải thiện từ khâu chọn nguyên liệu đến quy trình chế tạo [5]. Trong lĩnh vực này, kỹ thuật đảo ngược đặc biệt hữu ích nhờ khả năng phân tích thành phần và cấu trúc vải để nâng cao chất lượng, tái tạo sản phẩm và tối ưu hóa quy trình. Sự kết hợp AI với kỹ thuật đảo ngược giúp tăng tốc độ, tự động hóa, giảm kiểm tra thủ công và phân tích chính xác đặc tính vật liệu, từ đó thúc đẩy ngành dệt may hướng tới tương lai hiệu quả và hiện đại hơn [6].

2. ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG NGÀNH DỆT MAY

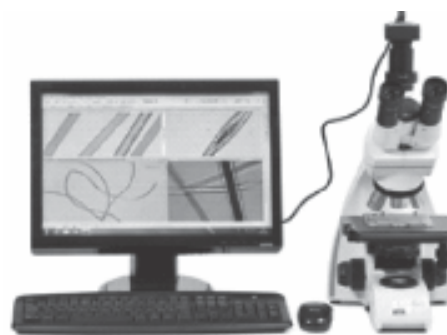
2.1. Thị giác máy tính trong đặc tính sợi

Một hệ thống AI hiệu năng cao đã được phát triển để phân tích nhanh và chính xác các đặc tính của sợi, bao gồm:



Hình 1. Quy trình phân tích hình thái sợi [7]

- Xác định tỷ lệ thành phần của các loại sợi trong hỗn hợp và phân tích tỷ lệ cấu trúc;
- Đánh giá độ bền của vải không dệt;
- Đếm số lượng sợi và sợi dệt theo đơn vị Dtex hoặc Denier.



Hình 2. Nhận dạng hình thái sợi [8]

Thị giác máy tính còn cho phép nhận diện và đánh giá đặc tính sợi như chiều dài, đường kính, độ xoắn, cũng như hình dạng tổng thể [8].

2.2. Ứng dụng Machine Learning trong quá trình kéo sợi

Để duy trì quy trình sản xuất ổn định và đảm bảo chất lượng cho bán thành phẩm và thành phẩm, cần áp dụng các hệ thống thông tin máy tính hiện đại trong toàn bộ quy trình kéo sợi [9]. Trí tuệ nhân tạo (AI) và Machine Learning hỗ trợ tối ưu hóa phối trộn sợi bông, qua đó nâng cao chất lượng, độ đồng nhất, hiệu suất sản xuất và giảm lãng phí. Các mô hình học máy khai thác dữ liệu về đặc tính vật lý của sợi (chiều dài, độ mảnh, độ bền), thành phần, môi trường và phương pháp sản xuất để dự đoán tỷ lệ phối trộn tối ưu. Trong đó, thuật toán di truyền là một kỹ thuật quan trọng nhằm tìm ra sự kết hợp phù hợp giữa sợi bông ngắn và dài. Sau khi huấn luyện, các mô hình này có khả năng xử lý dữ liệu mới để dự đoán chất lượng và hiệu suất của các phối trộn khác nhau [10].

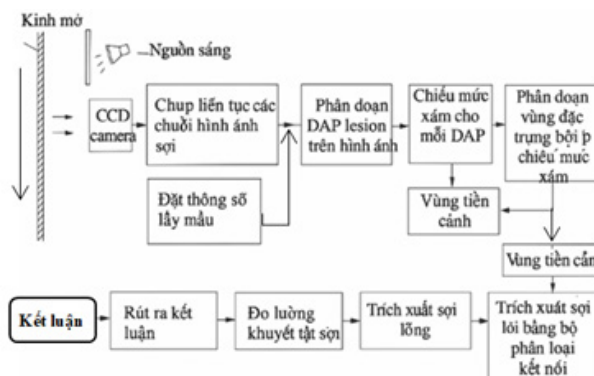
2.3. Thị giác máy tính và xử lý ảnh trong đánh giá chất lượng và phát hiện lỗi sợi

Một phương pháp mới đánh giá chất lượng sợi dựa trên đường kính, độ xù và khuyết tật, sử dụng thị giác máy tính và xử lý ảnh,

mang lại ưu điểm vượt trội so với phương pháp cũ.

Quy trình gồm: tiền xử lý ảnh (biến đổi ảnh màu sang ảnh xám, lọc nhiễu), trong đó Tập Neutrosophic (NS) được áp dụng để xử lý thông tin mơ hồ. Hệ thống cho phép đo đường kính, độ xù và khuyết tật sợi với độ chính xác cao.

Để loại bỏ ánh sáng lạc và bóng đổ, nền chụp ảnh được thiết kế khép kín, sử dụng kính mờ khuếch tán trắng sữa. Hệ thống còn tích hợp bộ điều khiển chuyển động và lực căng sợi để tăng tính ổn định khi đo. Hình 3 trình bày sơ đồ khối phương pháp phát hiện các thông số và đánh giá chất lượng sợi



Hình 3. Sơ đồ khối phương pháp phát hiện các thông số và đánh giá chất lượng sợi

2.4. Trí tuệ nhân tạo trong quá trình dệt

Mặc dù các nhà sản xuất máy dệt đã đạt được tiến bộ trong việc phát triển máy kỹ thuật số hướng tới Industry 4.0, nhưng vẫn cần nhiều cải tiến hơn. Người dệt mong muốn các máy có khả năng thay đổi kiểu dáng hoàn toàn tự động, hình thành mạch tích hợp linh hoạt cho e-textiles, tự động sửa đứt sợi dọc, máy dệt đa pha cho dobby và jacquard, cũng như dệt jacquard với mật độ sợi dọc/thay đổi chiều rộng để vượt qua giới hạn tốc độ của máy dệt đơn pha hiện nay [12].

Việc phát triển robot để tự động hóa hoàn toàn, áp dụng IoT cho phép nhà sản xuất truy cập và xử lý dữ liệu lớn bằng AI và phân tích để chẩn đoán, dự đoán sự cố, cùng với hệ thống thu thập và lưu trữ dữ liệu số lượng lớn là những bước cần thiết. Lưu ý rằng vì tất cả dữ liệu có sự liên kết từ sợi đến thị trường, nên các công đoạn thượng nguồn (sản xuất sợi) và hạ nguồn (hoàn thiện vải, sản phẩm, tiếp thị) cần được tích hợp với quy trình dệt [13].

2.5. Xử lý ảnh số và thị giác máy tính trong đánh giá chất lượng và phát hiện lỗi vải

“Cấu trúc vải” mô tả cảm giác khi chạm vào như: bóng, mượt, mềm, nhung, thô, v.v. Các kiểu dệt khác nhau quyết định đến cấu trúc bề mặt vải. Chất liệu dệt có thể từ sợi tự nhiên (lanh, bông, lụa, len, da) hoặc sợi tổng hợp. Các lỗi vải có thể do lỗi máy, lỗi thùng, lem màu, lỗi sợi, trầy xước hoặc hoàn thiện kém [14].

Xử lý ảnh số và thị giác máy tính được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất tự động và các lĩnh vực liên quan. Phát hiện lỗi vải là một thách thức lớn trong ngành dệt vì hiệu quả của việc phát hiện tự động quyết định chất lượng và giá thành sản phẩm. Trước đây, ngành dệt chủ yếu dùng thủ công để kiểm tra lỗi trong quá trình sản xuất. Hiện nay, các ứng dụng xử lý ảnh số và thị giác máy tính để giải quyết hạn chế này.

2.6. Deep Learning trong phối màu dệt may

Mô hình DLE4FC cải thiện độ chính xác nhận diện màu trong ảnh vải bằng kỹ thuật deep learning. Bộ dữ liệu thử nghiệm gồm 2.000 ảnh dệt dưới nhiều điều kiện ánh sáng, tạo ra 7.757 ảnh. Sau khi gán nhãn thủ công, thu được 1.200 ảnh cân bằng thuộc 12 nhóm màu. Mỗi ảnh được 11 người đánh giá để xác

định màu chuẩn, với nhãn cuối cùng chọn theo đa số. Kết quả cho thấy DLE4FC cải thiện đáng kể độ chính xác nhận diện màu [15].

Màu sản phẩm có thể được đánh giá ở mức tổng quát là “chấp nhận được/không chấp nhận được” hoặc cụ thể hơn như “quá nhạt”, “quá đỏ”, “quá xanh”. Những quyết định này dựa trên sự sai lệch đáng kể so với tiêu chuẩn lý tưởng và có thể thực hiện bằng trực quan hoặc phân tích [16].

Có thể nâng cao độ chính xác và hiệu quả kiểm tra tự động bằng việc phát triển nền tảng AI với chức năng pass/fail (P/F), hoạt động tương tự hệ thống phát hiện lỗi, như minh họa trong Hình 5 [8].



Hình 4. Ứng dụng AI trong phối màu dệt may

3. KẾT LUẬN

Ngay cả ở các quốc gia công nghiệp phát triển, ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong dệt may vẫn còn mới mẻ; ở các nước đang phát triển, AI càng hứa hẹn mang lại nhiều lợi ích trong sản xuất và kiểm soát chất lượng. Ngành dệt may ứng dụng AI ngày càng nhiều nhờ khả năng xử lý nhanh, chính xác các vấn đề phức tạp – yếu tố then chốt để duy trì năng lực cạnh tranh.

Trong sản xuất vải, vốn thâm dụng lao động, AI đã hỗ trợ các công đoạn như kiểm tra, phát hiện, dự đoán và nhận dạng bằng

công nghệ thị giác máy tính và xử lý ảnh. Tuy nhiên, một số ứng dụng như kỹ thuật đảo ngược (Reverse Engineering) vẫn gặp hạn chế về độ chính xác với các loại vải phức tạp.

Các nghiên cứu cho thấy AI có tiềm năng nâng cao chất lượng, rút ngắn thời gian và giảm sai sót so với phân tích thủ công, nhưng vẫn tồn tại thách thức về quy mô và chất lượng dữ liệu. Dữ liệu đầy đủ, đa dạng và đáng tin cậy là điều kiện tiên quyết để huấn luyện mô hình AI hiệu quả.

Bên cạnh đó, sự kết hợp chặt chẽ giữa chuyên môn dệt may và công nghệ AI là cần thiết, song đội ngũ liên ngành đáp ứng yêu cầu này chưa thực sự sẵn có. ❖

Ngày nhận bài: 15/9/2025

Ngày phản biện: 29/9/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Dwivedi, Yogesh K, Laurie Hughes, Elvira Ismagilova, Gert Aarts, Crispin Coombs, Tom Crick, Yanqing Duan et al., “*Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy*”. International Journal of Information Management 57, 2021.
- [2]. Valavanidis, Athanasios, “*Artificial Intelligence (AI) Applications*”. Department of Chemistry, National and Kapodistrian University of Athens, University Campus Zografou 15784, 2023.
- [3]. Xu, Yongjun, Xin Liu, Xin Cao, Changping Huang, Enke Liu, Sen Qian, Xingchen Liu et al., “*Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research*”. The Innovation 2, no. 4, 2021.
- [4]. Wan, Jiafu, Xiaomin Li, Hong-Ning Dai, Andrew Kusiak, Miguel Martinez-Garcia, and Di Li, “*Artificial-intelligence-driven*

- customized manufacturing factory: key technologies, applications, and challenges*". Proceedings of the IEEE 109, no. 4, 377-398, 2020.
- [5]. Bullon, Juan, María Angélica González Arrieta, María Ascensión Hernández Encinas, and María Araceli Queiruga Dios, "Manufacturing processes in the textile industry. Expert Systems for fabrics production", 2017.
- [6]. Servi, Michaela, Roberto Magherini, Francesco Buonamici, Yary Volpe, and Rocco Furferi, "Integration of artificial intelligence and augmented reality for assisted detection of textile defects". Journal of Engineered Fibers and Fabrics 19, 2024.
- [7]. Rahman, Md Fashiar, Jianguo Wu, and Tzu Liang Bill Tseng, "Automatic morphological extraction of fibers from SEM images for quality control of short fiber-reinforced composites manufacturing". CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 33: 176-187, 2021.
- [8]. Mr. Tesfaywelo, Professor Deng Sanpeng, "Application of Artificial Intelligence in Textile Industry". Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR), 8(10), 49-64, 2021.
- [9]. M.J. Abghary, M.S. Johari, and S. Hassanzadeh, "Effects of OE spinning parameters on cotton rotorspun yarn hairiness". Indian J. Fibre Text. Res. vol. 41, no. 2, pp. 129-137, 2016.
- [10]. Stjepanovic, Zoran, and Anton Jezernik, "Optimisation of cotton fibre blends using AI machine learning techniques". Springer, 2020.
- [11]. Li, Zhisong, Ping Zhong, Xin Tang, Yu Chen, Shu Su, and Tianbao Zhai, "A new method to evaluate yarn appearance qualities based on machine vision and image processing". IEEE Access 8, 2020.
- [12]. Marco Vinicio Cevallos Bravo, "William Marcelo Ponce Iturralde. Artificial Intelligence in the Management of Textile Companies: A Contextual Analysis". Open Journal of Business and Management. 12, 945-960, 2024.
- [13]. Li, C., Li, J., Li, Y., He, L., Fu, X., & Chen, J., "Fabric defect detection in textile manufacturing: a survey of the state of the art". Security and Communication Networks, 2021.
- [14]. Deageon Kim and Dongoun Lee, "Fabric Defect Detection Based on Artificial Intelligence". International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 11(5s), 01-07, 2024.
- [15]. Amelio, Alessia, Gianluca Bonifazi, Francesco Cauteruccio, Enrico Corradini, Michele Marchetti, Domenico Ursino, and Luca Virgili, "DLE4FC: a Deep Learning Ensemble to Identify Fabric Colors". In SEBD, pp. 13-21, 2023.
- [16]. Senbiao Liu, Yaohui Keane Liu, Kwan-yu Chris Lo and Chi-wai Kan, "Intelligent techniques and optimization algorithms in textile colour management: a systematic review of applications and prediction accuracy". Fashion and Textiles. 11:13, 1-38, 2024.