

Một phương pháp thiết kế họa tiết ngụy trang hòa trộn với phong nền

Nguyễn Ngọc Sơn, Trần Tiến Bảo, Nguyễn Đình Phương, Nguyễn Thành Lâm,
Tống Minh Hòa, Vũ Hữu Khánh, Nguyễn Anh Tuấn*

Viện Vật lý Kỹ thuật, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

*Email: tuanvn.vn@gmail.com

Nhận bài: 09/8/2023; Hoàn thiện: 28/9/2023; Chấp nhận đăng: 12/12/2023; Xuất bản: 25/12/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.92.2023.121-129>

TÓM TẮT

Thiết kế họa tiết là một trong những nội dung quan trọng của lĩnh vực ngụy trang, đây là chủ đề được nhiều học giả trên thế giới đầu tư nghiên cứu nhưng các công bố vẫn còn hạn chế bởi tính bí mật. Trong nước, việc nghiên cứu thiết kế họa tiết một cách cơ bản dựa trên các phương pháp luận khoa học còn tương đối sơ khai và ít được công bố. Bài báo trình bày một phương pháp tính toán, thiết kế họa tiết hòa trộn với phong nền trên cơ sở các nguyên lý về thị giác mắt người, tâm lý thần kinh thị giác và các đặc trưng của hình ảnh như màu sắc, kích thước, kết cấu... để tính toán, định lượng một số tham số chính như kích thước cơ sở, các màu sắc chủ đạo, kết cấu đặc trưng phục vụ thiết kế họa tiết. Sau khi thiết kế họa tiết, nhóm tác giả sử dụng một số chỉ số đánh giá mức độ tương đồng của ảnh họa tiết và phong nền, làm cơ sở tiếp tục xây dựng và hoàn thiện phương pháp thiết kế họa tiết phù hợp và tối ưu trong tương lai.

Từ khóa: Họa tiết ngụy trang; Thiết kế ngụy trang; Mục tiêu và phong nền; CSI; TOPSIS.

1. MỞ ĐẦU

Một hệ thống ngụy trang hoàn chỉnh thường được xây dựng trên cơ sở thiết kế họa tiết và đánh giá hiệu quả ngụy trang. Thiết kế họa tiết là một chủ đề nóng trong hai mươi năm qua và cho đến nay nó vẫn đang được nghiên cứu. Ngoài việc tạo ra các dạng họa tiết mới thì việc cải thiện, điều chỉnh nguyên lý thiết kế liên quan đến các tham số kích thước, hình dạng, màu sắc của họa tiết để ứng dụng cho đối tượng cụ thể nào đó trên một trận địa đặc trưng của nó cũng không kém phần quan trọng, đảm bảo nâng cao và tối ưu hiệu quả ngụy trang [1].

Trong tự nhiên, có nhiều loại địa hình, phong nền khác nhau, chẳng hạn như thảm thực vật, nước, đất, đá dăm, bê tông, đường nhựa, đô thị,... Mỗi loại địa hình phong nền lại có hệ số phản xạ và phân bố không gian khác nhau nên số lượng màu sắc của phong nền trong tự nhiên đa dạng, phân bố màu sắc có sự thay đổi về độ đậm nhạt và thứ tự sắp xếp của nó. Sự phân bố màu sắc trong tự nhiên khác xa so với các họa tiết ngụy trang truyền thống mà con người đã tạo ra. Về cơ bản, các họa tiết ngụy trang truyền thống tạo đã đạt được mục đích phá vỡ biên dạng và hòa trộn với phong nền xung quanh, tuy nhiên, chúng chỉ có hiệu quả ngụy trang tốt ở một khoảng cách nào đó. Ngoài ra, họa tiết chỉ có một loại màu và một kiểu phân bố độ sáng nên chỉ phù hợp với một địa hình, phong nền xác định. Việc sử dụng họa tiết ngụy trang phù hợp với vùng đồi núi để áp dụng vào địa hình đô thị sẽ không phát huy hiệu quả về mặt ngụy trang, và ngược lại.

Nghiên cứu sự ảnh hưởng của kích thước và màu sắc lên các họa tiết ngụy trang được một số quốc gia như Mỹ, Úc, Đức,... triển khai vào những năm 1970, một trong những nghiên cứu đã được quân đội Mỹ giải mật [1]. Báo cáo này đã chỉ ra mối liên hệ giữa các yếu tố: cấu trúc và đặc điểm thị giác của mắt người, kích thước và các màu sắc sử dụng cho họa tiết ngụy trang truyền thống là dạng các mảng màu loang. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ đánh giá, so sánh các mẫu họa tiết ngụy trang có sẵn mà không đưa ra phương án thiết kế. Ngoài ra, các phương pháp đánh giá đã sử dụng chưa thể hiện tính bao quát, sát thực. Để cải thiện hiệu quả ngụy trang, nghiên cứu về họa tiết ngụy trang dạng số (dual-text hay digital camouflage hay pixelated camouflage) được đề xuất [2]. Khác với họa tiết ngụy trang dạng mảng màu loang, các họa tiết ngụy trang dạng số được tạo ra từ các ô cơ sở hình vuông, liên kết với nhau theo quy luật cơ bản

của nguyệt trang. Một số đánh giá đã chỉ ra tính hiệu quả của họa tiết nguyệt trang so với họa tiết dạng mảng màu loang [2] và hiện nay một số quốc gia đang sử dụng họa tiết nguyệt trang số. Ngoài ra, họa tiết nguyệt trang số còn được áp dụng cho địa hình đô thị, nơi có nhiều toà nhà và công trình có các kết cấu góc cạnh tương đồng với các ô cơ sở hình vuông của họa tiết nguyệt trang số [3]. Đánh giá về các nghiên cứu liên quan, có một số hạn chế như sau:

+ Chưa gắn với yêu cầu nguyệt trang của từng đối tượng cụ thể và các phong nền cụ thể để từ đó xây dựng bài toán phù hợp cho thiết kế họa tiết nguyệt trang.

+ Phương pháp đánh giá hiệu quả của các mẫu họa tiết chưa sát với thực tiễn, thiếu các đánh giá mang tính thực nghiệm hiện trường mà trực tiếp là bằng mắt người.

+ Các nghiên cứu này cần được tham khảo có chọn lọc để mới có thể áp dụng để thiết kế, chế tạo họa tiết nguyệt trang ở nước ta.

Tình hình nghiên cứu về nguyệt trang ở nước ta đã bắt đầu được quan tâm và bùng nổ trong vài năm trở lại đây đặt ra yêu cầu nghiên cứu, hoàn thiện và đánh giá các họa tiết nguyệt trang hòa trộn với phong nền, nâng cao hiệu quả nguyệt trang. Nghiên cứu này nêu cơ sở lý thuyết và các tham số cơ bản liên quan đến thiết kế họa tiết và trình bày một phương pháp thiết kế họa tiết nguyệt trang hòa trộn với một số phong nền tiêu biểu, làm cơ sở tiếp tục tiến hành nghiên cứu, xây dựng phương pháp luận và cơ sở khoa học cơ bản gắn với thực tiễn tại nước ta để thiết kế họa tiết nguyệt trang vùng nhìn thấy, phục vụ cho việc thiết kế và ứng dụng lên các phương tiện, trang bị nguyệt trang ở nước ta trong thời gian tới.

Bài báo sẽ trình bày cơ sở khoa học, mối quan hệ giữa lý thuyết thị giác của mắt người với kích thước, màu sắc của họa tiết nguyệt trang ở mục 2, và trình bày kết quả thiết kế và đánh giá hiệu quả nguyệt trang của các mẫu ở mục 3 thông qua đánh giá mô phỏng trên máy tính.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ MỘT SỐ THAM SỐ CHÍNH

2.1. Cơ sở lý thuyết

Khả năng quan sát của con người bị giới hạn bởi thị lực theo lý thuyết về tâm lý và nhận thức thị giác con người [4]. Thị lực là khả năng phân giải không gian của mắt người, hay nói cách khác chính là khả năng của mắt để nhìn thấy đối tượng một cách chi tiết. Đối với nguyệt trang vùng nhìn thấy, yêu cầu đặt ra là hạn chế sự phát hiện bởi mắt người (của đối phương) khi nhìn trực tiếp hay được hỗ trợ bởi các khí tài quang học hoạt động trong vùng nhìn thấy (ống nhòm ngày). Vỡng mạc của mắt người là nơi thu nhận ánh sáng từ bên ngoài đi qua thủy tinh thể, tập trung hai loại tế bào thần kinh thị giác có khả năng thu nhận ánh sáng là tế bào hình que và hình nón. Tế bào thần kinh hình que nằm xung quanh vòng ngoài của vỡng mạc, nhạy với ánh sáng hơn rất nhiều so với tế bào hình nón, do đó chúng đóng vai trò lớn khi quan sát vào ban đêm hoặc trong điều kiện ánh sáng yếu. Các tế bào hình nón chủ yếu ở trung tâm vỡng mạc, là những tế bào giúp chúng ta nhìn thấy màu sắc và chi tiết rõ nét. Do đó, khả năng quan sát phát hiện đối tượng vào ban ngày của mắt người có vai trò lớn của tế bào hình nón [4, 5].

Nhiều nghiên cứu về thiết kế họa tiết đã áp dụng cả lý thuyết Gestalt về nhận thức các mẫu hoặc hình dạng, lý thuyết hình học fractal [6, 7],... Tất cả những yếu tố này đều liên quan trực tiếp đến các tham số chính trong thiết kế họa tiết, được trình bày ở phần tiếp theo.

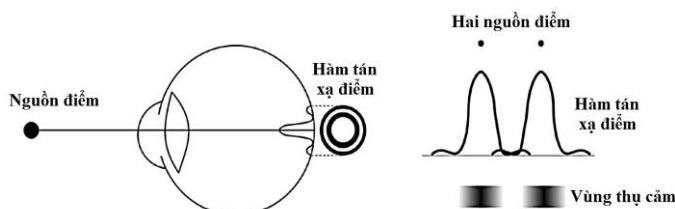
2.1.1. Khả năng phân giải của mắt người

Theo lý thuyết thị giác mắt người, khi quan sát một nguồn điểm thì trên vỡng mạc không thu được một điểm mà sẽ thu được một hàm tán xạ điểm bao gồm đỉnh chính ở giữa và 2 đỉnh phụ ở 2 bên phân bố trên vỡng mạc do các biến dạng quang học của mắt người tạo ra, thu được dạng đĩa Airy gồm 2 đường tròn lồng vào nhau, như hình 1.

Khi quan sát hai nguồn điểm, theo tiêu chuẩn Raleigh [4, 5] về giới hạn của nhiễu xạ với độ phân giải, để mắt phân biệt được hai điểm thì góc phân giải nhỏ nhất của mắt là [4, 5]:

$$\alpha = 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad (1)$$

Trong đó, α là góc phân giải nhỏ nhất, λ là bước sóng của ánh sáng, D là đường kính đồng tử của mắt. Giả sử rằng ánh sáng ban ngày có bước sóng trung bình là 550 nm, đường kính trung bình của đồng tử mắt người vào ban ngày là 2 mm, thay vào công thức (1) ta tính được góc phân giải nhỏ nhất của mắt người là $\alpha = 69,2''$ (giây góc).



Hình 1. Ảnh tạo ra bởi một nguồn điểm và hai nguồn điểm trên mắt người [4, 5].

Bên cạnh đó, đường kính trung bình của 1 tế bào hình nón là 0,005 mm thì có thể xem khoảng cách nhỏ nhất mà mắt người có thể phân biệt chính là đường kính của một tế bào hình nón, tương đương $y = 0,005$ mm. Với khoảng tiêu cự trung bình của mắt người khoảng $f = 1,71$ mm, ta tính được góc phân giải nhỏ nhất của mắt người là [6]:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{y}{f}\right) \approx \frac{y}{f} \quad (2)$$

Từ công thức (2) và các giá trị giả định đã biết, tính được góc phân giải nhỏ nhất của mắt người $\alpha = 0,005/1,71 = 0,00029 = 60,3''$. Như vậy, có thể xem góc phân giải trung bình nhỏ nhất của mắt người bình thường là $1'$ (xấp xỉ 0,29 mrad). Điều này có ý nghĩa quan trọng trong việc thiết kế nguy trang bởi mối quan hệ giữa nguy trang và khả năng phát hiện, nhận dạng của mắt người.

2.1.2. Giả thiết về phong nền

Để giới hạn phạm vi của nghiên cứu, bài báo đặt giả thiết như sau:

- Giả định 2 phong nền tiêu biểu gồm: rừng núi, đô thị. Mỗi một bộ dữ liệu ảnh của phong nền, tiến hành lọc bỏ các ảnh nhiễu như ảnh bị loá sáng hay quá tối do góc chụp camera, hay độ chồng lặp lớn với ảnh khác,... tạo thành bộ dữ liệu gồm 100 ảnh cho mỗi phong nền.



a) Phong nền rừng núi.



b) Phong nền đô thị.

Hình 2. Hình ảnh phong nền phục vụ thiết kế họa tiết và đánh giá sau thiết kế.

- Giả sử một đối tượng có thể ở một vị trí bất kỳ trên ảnh phong nền, với kích thước tương đối phù hợp với kích thước thực tế của đối tượng đó. Điều này sẽ liên quan đến việc so sánh một cách ngẫu nhiên các vị trí phong nền ở giai đoạn đánh giá họa tiết sau thiết kế.

- Giả định hiệu quả nguy trang của các họa tiết đã thiết kế phụ thuộc chủ yếu vào màu sắc và kết cấu, không phụ thuộc vào các yếu tố khác như nguồn sáng (ánh sáng mặt trời), nhiễu,...

2.1.3. Kích thước, hình dạng, kết cấu

Đối với loại họa tiết dạng rằn ri (in loang, hay họa tiết gây rối,...), sử dụng hình dạng, kết cấu

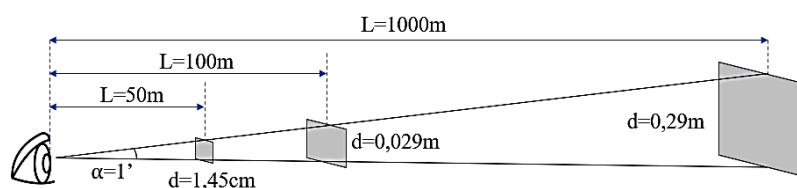
tương tự như họa tiết Woodland, ERDL, đa địa hình,... hoặc họa tiết trên bộ quân phục hiện tại (K20), như hình 3. Các dạng họa tiết này đã được áp dụng phổ biến theo lý thuyết tâm lý và nhận thức thị giác người, lý thuyết Gestalt về nhận thức các mẫu hoặc hình dạng, lý thuyết hình học fractal [7],... cũng như hiệu quả từ thực tiễn và các phép đánh giá. Như vậy, đối với phong nền rừng núi, các hình dạng họa tiết có xu hướng giống với biên dạng và hình dáng của lá cây, cành cây, tán cây hay biên dạng của địa hình,... Đối với phong nền đô thị, biên dạng họa tiết có xu hướng góc cạnh, giống các ô cửa, hay kết cấu tòa nhà có dạng hình vuông, hình chữ nhật,...



a. Họa tiết Woodland. b. Họa tiết ERDL. c. Họa tiết đa địa hình. d. Họa tiết rắn ri.

Hình 3. Hình dạng, kết cấu của một số họa tiết rắn ri đang được sử dụng phổ biến.

Đối với loại họa tiết số (dạng pixel), mỗi đơn vị họa tiết là một hình vuông có kích thước d (m). Từ lý thuyết thị giác mắt người, với cự ly quan sát L (m) lớn hơn rất nhiều d , thì $\alpha = d/L$, hay ta có $d = \alpha L$. Từ đó, có thể dễ dàng tính toán được kích thước cơ bản của các ô họa tiết dạng số ở các cự ly 50 m, 100 m và 1000 m lần lượt là 1,45 cm, 2,9 cm và 29 cm, như hình 4. Như vậy, khi thiết kế họa tiết nguy trang dạng họa tiết số, cần lưu ý kích thước đơn vị họa tiết không vượt quá kích thước đã tính toán.



Hình 4. Mô tả cách xác định kích thước của một đơn vị họa tiết nguy trang dạng số.

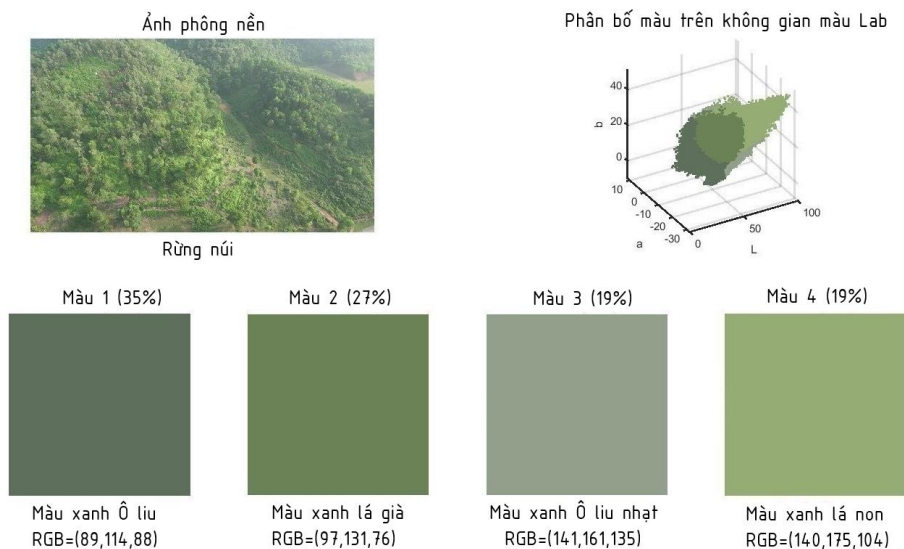
Trong bài báo này, nhóm tác giả chưa đề cập đến việc thiết kế họa tiết số mà tập trung thiết kế họa tiết truyền thống dạng rắn ri.

2.1.4. Màu sắc chủ đạo

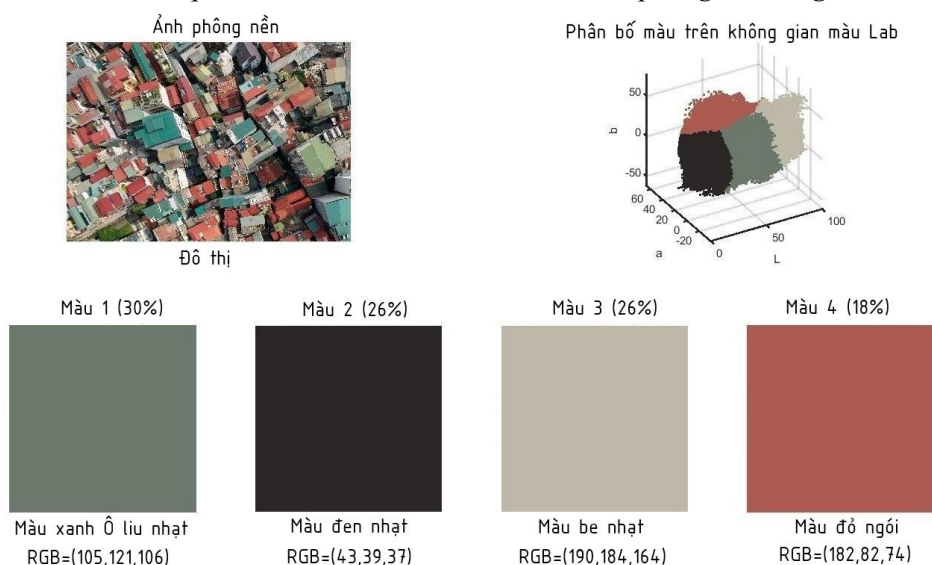
Một trong những tiêu chí cần thiết của nguy trang vùng nhìn thấy là sử dụng các màu sắc tương đồng với màu sắc của phong nền. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng sử dụng 3-5 màu sắc chủ đạo của phong nền làm màu sắc của họa tiết nguy trang là phù hợp bởi làm giảm chi phí in phủ, sơn phủ và không cần thiết sử dụng quá nhiều màu sắc [6, 7]. Các phương pháp xác định màu sắc chủ đạo của phong nền tiêu biểu là phương pháp phân tích thành phần [8], thuật toán khối tuyến tính [9], thuật toán phân cụm K-means [10] và thuật toán phân cụm Fuzzy C-Means (FCM) [11],... Màu sắc chủ đạo của phong nền thường được trích xuất thông qua ảnh chụp phong nền đó với các thuật toán nêu trên, để đơn giản cho việc xử lý, nhóm đề tài sử dụng thuật toán phân cụm K-means, và lựa chọn số lượng màu chủ đạo để trích xuất là 4 màu.

Hình 5 là kết quả trích xuất ảnh phong nền rừng núi chứa nhiều cây cối (cây keo, cây bạch đàn,...) và thảm cỏ, bụi rậm kết hợp với đường đất, màu chủ đạo gồm: xanh ô liu (35%), xanh lá già (27%), xanh ô liu nhạt (19%) và xanh lá non (19%). Có thể thấy màu xanh là màu chủ đạo của phong nền rừng núi.

Hình 6 là kết quả trích xuất 4 màu chủ đạo của ảnh đô thị, các tòa nhà công sở và tòa chung cư màu ghi xám xen kẽ với các nhà mặt đất với mái ngói đỏ, mái tôn xanh là hình ảnh tiêu biểu, với màu chủ đạo gồm: màu xanh ô liu nhạt (29%), màu đen nhạt (26%), màu be nhạt (26%), màu đỏ ngói (18%). Có thể thấy, phong nền đô thị với kết cấu tường gạch, bê tông kết hợp với ngói đỏ, màu xanh là những màu chủ đạo thường thấy ở các khu vực đông dân cư, đô thị,...



Hình 5. Kết quả trích xuất 4 màu chủ đạo của ảnh phong nền rừng núi.



Hình 6. Kết quả trích xuất 4 màu chủ đạo từ ảnh phong nền đô thị.

2.1.5. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá thực hiện thông qua mô phỏng máy tính nhằm hạn chế các thử nghiệm thực địa với chi phí tốn kém và yêu cầu huy động nguồn nhân lực, trang thiết bị quy mô lớn. Trong khuôn khổ bài báo, nhóm tác giả sử dụng một số phương pháp đánh giá tiêu biểu đó là chỉ số tương đồng ngẫu trang CSI [12], và phương pháp đánh giá đa tiêu chí TOPSIS [13].

Chỉ số tương đồng ngẫu trang CSI được tính toán theo công thức:

$$CSI = \frac{\Delta E_{bc}}{\Delta E_{\max}} \quad (3)$$

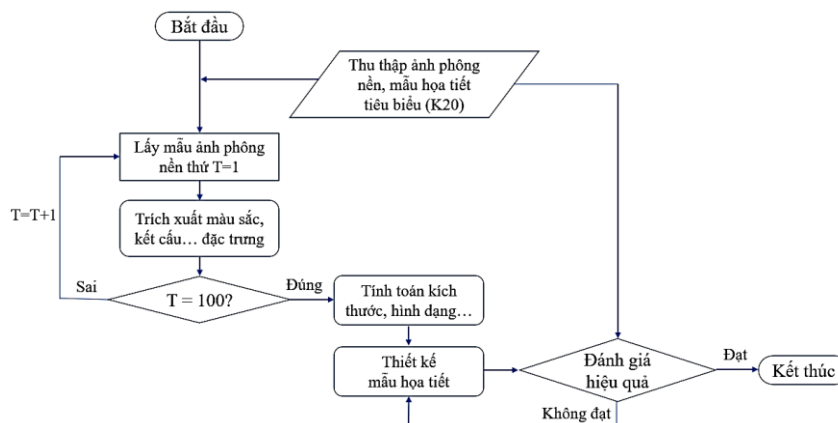
$$\Delta E_{bc} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^{MN} \sqrt{(L_{bi} - L_{ci})^2 + (a_{bi} - a_{ci})^2 + (b_{bi} - b_{ci})^2} \quad (4)$$

$$\Delta E_{\max} = \max_{0 \leq i \leq MN} \sqrt{(L_{bi} - L_{ci})^2 + (a_{bi} - a_{ci})^2 + (b_{bi} - b_{ci})^2}$$

Các giá trị L_{bi} , a_{bi} , b_{bi} là giá trị trên hệ màu Lab của điểm ảnh thứ i của ảnh phong nền, L_{ci} , a_{ci} , b_{ci} là giá trị trên hệ màu CIELab của điểm ảnh thứ i của ảnh họa tiết ngẫu trang, M, N là kích thước của ảnh. Giá trị CSI nằm trong khoảng từ 0 đến 1 và đạt tốt nhất bằng 0 nếu ngẫu trang kết hợp hoàn hảo với phong nền, CSI càng nhỏ thì hiệu quả ngẫu trang càng cao và ngược lại.

Đối với đánh giá đa tiêu chí TOPSIS, nhóm đề tài sử dụng các tiêu chí gồm: màu sắc, hình dạng, kết cấu. Nội dung cụ thể về TOPSIS không trình bày ở bài báo này.

2.2. Thiết kế họa tiết ngẫu trang



Hình 7. Sơ đồ thiết kế họa tiết ngẫu trang.

Dựa trên ảnh phong nền được lựa chọn đề xuất, các tham số chính đã được nghiên cứu, tính toán ở 2.1 gồm kích thước hình dạng, màu sắc chủ đạo. Họa tiết sau thiết kế được đánh giá bằng mô phỏng dựa trên một số phương pháp đánh giá tiêu biểu được ứng dụng rộng rãi hiện nay. Sơ đồ các bước thiết kế như hình 7.

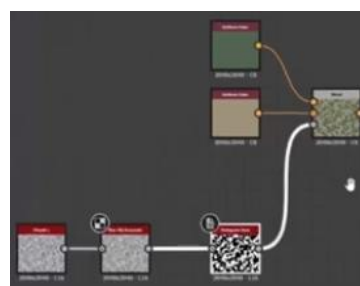
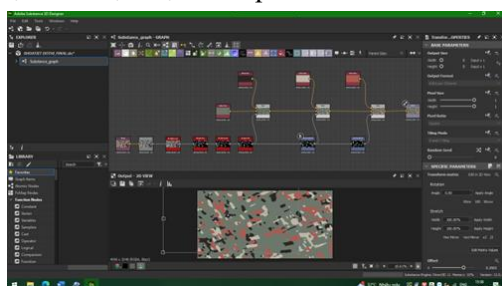
3. THIẾT KẾ HỌA TIẾT, MÔ PHỎNG ĐÁNH GIÁ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thiết kế họa tiết

Để thiết kế họa tiết, sử dụng phần mềm thiết kế Substance Designer của hãng Adobe tiến hành thiết kế họa tiết từ ảnh phong nền và các tham số đã tính toán, xây dựng ở phần trên gồm:

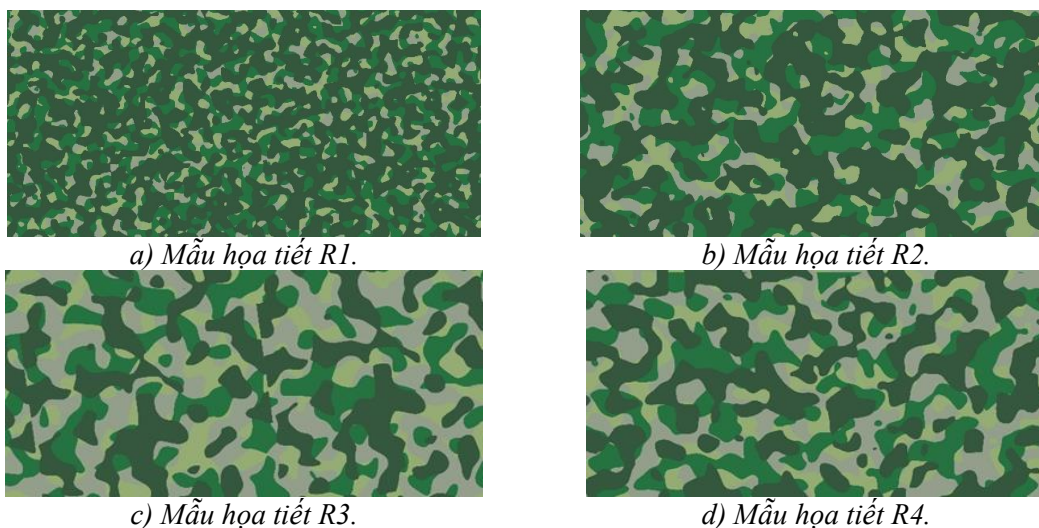
- + Màu sắc chủ đạo của họa tiết là màu sắc chủ đạo của phong nền, theo hình 5, hình 6.
- + Kết cấu hình dạng của họa tiết là kết cấu hình dạng của phong nền, theo hình 3.

Sơ đồ quy trình thiết kế như hình 7. Trên hình 8 mô tả giao diện thiết kế họa tiết trên phần mềm Substance Designer và các node xử lý ảnh. Các node xử lý ảnh (các hình vuông xuất hiện trên giao diện thiết kế được nối với nhau bởi các đường) là các hàm riêng biệt có chức năng như các mô đun xử lý hình ảnh, với các chức năng chính như: lọc nhiễu, làm mờ, histogram, đổ màu,... Các node chức năng có thể liên kết với 1 hoặc nhiều node khác, tạo ra một sự liên kết rất linh hoạt và thuận tiện cho quá trình thiết kế.

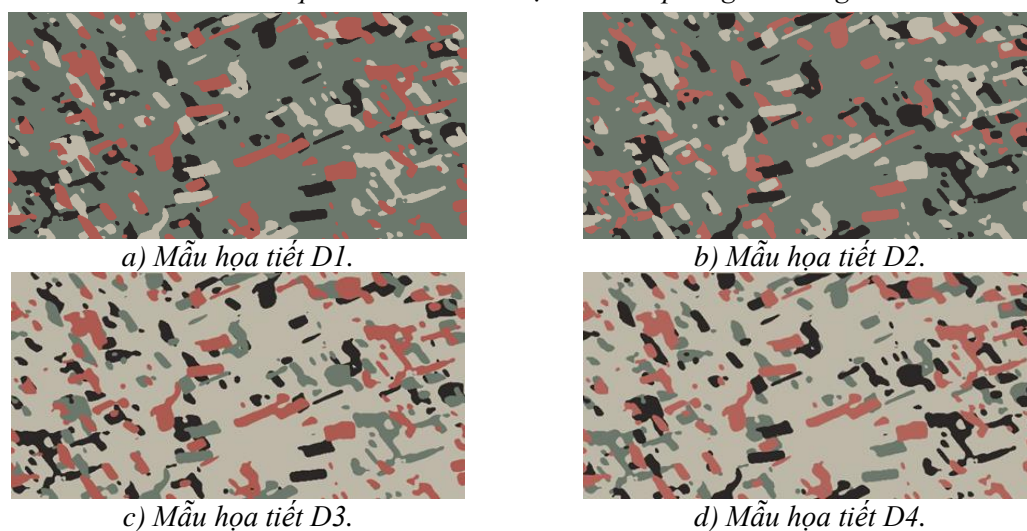


Hình 8. Giao diện thiết kế họa tiết trên phần mềm Substance Designer và các node.

Việc lựa chọn kích thước họa tiết trong bài báo này tạm thời chưa đề cập tới, mà dựa trên kinh nghiệm và cảm nhận trực quan của người thiết kế. Bài báo tập trung vào các màu sắc chủ đạo và biên dạng, kết cấu của họa tiết. Với mỗi loại phong nền, tiến hành thiết kế 4 mẫu họa tiết, lần lượt như hình 9 và hình 10.



Hình 9. Kết quả thiết kế 4 mẫu họa tiết cho phong nền rừng núi.



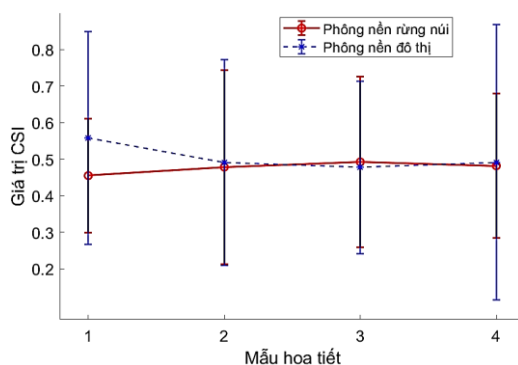
Hình 10. Kết quả thiết kế 4 mẫu họa tiết cho phong nền đô thị.

3.2. Đánh giá mẫu họa tiết sau thiết kế bằng mô phỏng

Tiến hành mô phỏng đánh giá độ hòa trộn với phong nền giữa các ảnh họa tiết đã thiết kế với ảnh phong nền đã chọn bằng Matlab với các chỉ số tương đồng ngẫu trang CSI [12] và đánh giá đa tiêu chí TOPSIS [13], kết quả cụ thể như sau:

3.2.1. Mô phỏng dựa trên chỉ số tương đồng ngẫu trang CSI

Đối với đánh giá tương đồng ngẫu trang CSI, với mỗi họa tiết đã thiết kế, trích ngẫu nhiên ảnh họa tiết có kích thước 70x70 pixel (tương đồng với kích thước của xe cơ giới hoặc công trình xây dựng). Thực hiện so mẫu họa tiết với 1000 vị trí ngẫu nhiên trên ảnh phong nền với cùng kích thước và tính được giá trị CSI [12] của mẫu họa tiết với 1000 vị trí trên ảnh phong nền và giá trị CSI trung bình của họa tiết so với ảnh phong nền, như hình 11.



Hình 11. Kết quả tính giá trị CSI của 4 mẫu họa tiết thiết kế với phông nền.

Căn cứ kết quả tính CSI trung bình, ta thấy đối với phông nền rừng núi thì mức độ tương đồng ngẫu trang lần lượt là: họa tiết số R1 và R2, rồi đến họa tiết số R4 và cuối cùng là họa tiết số R3. Đối với phông nền đô thị, họa tiết số D3 cho kết quả tốt nhất, tiếp đến là họa tiết số D4, D2 và D1.

3.2.2. Mô phỏng dựa trên đánh giá đa tiêu chí TOPSIS

Để so sánh hiệu quả ngẫu trang của họa tiết cho địa hình rừng núi đã thiết kế, nhóm tác giả sử dụng bộ hình ảnh gồm ảnh phông nền ở hình 2, và các ảnh của các họa tiết đã thiết kế tương ứng ở hình 9 và hình 10. Kết quả đánh giá đa tiêu chí TOPSIS [13] được tổng hợp ở bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Đánh giá TOPSIS các mẫu họa tiết ngẫu trang cho địa hình rừng núi.

Thứ tự mẫu	1	2	3	4
Các loại họa tiết	Họa tiết R1	Họa tiết R2	Họa tiết R3	Họa tiết R4
Giá trị xếp hạng TOPSIS	0,8960	0,6879	0,1039	0,2860
Xếp thứ tự hiệu quả ngẫu trang	1	2	4	3

Với bộ 4 mẫu họa tiết đã thiết kế cho địa hình rừng núi, kết quả đánh giá đa tiêu chí TOPSIS cho thấy họa tiết R1 có hiệu quả tốt nhất, tiếp theo là họa tiết R2, R4 và cuối cùng là R3. Kết quả đánh giá này so với kết quả đánh giá thông qua CSI là tương đồng. Tương tự như vậy, đánh giá 4 mẫu họa tiết cho phông nền đô thị thông qua đánh giá đa tiêu chí TOPSIS, ta được bảng 2 sau.

Bảng 2. Đánh giá TOPSIS các mẫu họa tiết ngẫu trang cho địa hình đô thị.

Thứ tự mẫu	1	2	3	4
Các loại họa tiết	Họa tiết D1	Họa tiết D2	Họa tiết D3	Họa tiết D4
Giá trị xếp hạng TOPSIS	0.0356	0.0379	0.9641	0.9621
Xếp thứ tự hiệu quả ngẫu trang	4	3	1	2

Kết quả cho thấy mẫu họa tiết D3 có hiệu quả tốt nhất, tiếp đến là mẫu D4, D2 và cuối cùng là D1. Như vậy, kết quả đánh giá đa tiêu chí TOPSIS tương đồng với đánh giá theo chỉ số CSI.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày phương pháp nghiên cứu, tính toán và thiết kế họa tiết ngẫu trang hòa trộn với phông nền dựa trên lý thuyết thị giác mắt người, tâm lý thị giác, lý thuyết Gestalt, hình học fractal,... và các màu sắc, kết cấu đặc trưng của phông nền. Thông qua việc sử dụng phần mềm thiết kế Substance Design của Adobe, kết hợp với thuật toán phân cụm K-means, phương pháp đánh giá chỉ số tương đồng ngẫu trang CSI và phương pháp đánh giá đa tiêu chí TOPSIS để mô phỏng trên Matlab, bài báo trình bày phương pháp thiết kế họa tiết và đánh giá hiệu quả ngẫu trang cho các họa tiết sau thiết kế. Bài báo đã làm rõ:

+ Thiết kế họa tiết ngẫu trang cần phải gắn với các đặc trưng của phông nền như màu sắc chủ đạo, kết cấu,... kết hợp với các đặc điểm tâm lý, thị giác mắt người.

+ Phương pháp thiết kế và đánh giá hiệu quả ngụy trang sau thiết kế đã trình bày có thể mở rộng và áp dụng để thiết kế các sản phẩm ngụy trang cho các vùng phổ khác nhau như ngụy trang ảnh nhiệt, ngụy trang đa phổ.

Hướng nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào một số vấn đề chưa được thực hiện, cụ thể là:

- + Tiếp tục hoàn thiện việc xác định các tham số phục vụ thiết kế.
- + Mô phỏng trên nhiều kích thước mục tiêu khác nhau: người, xe cơ giới, công sự,...
- + Tiến hành thử nghiệm thực địa để đối chiếu với kết quả mô phỏng.
- + Mở rộng nghiên cứu để tính toán và thiết kế họa tiết cho các ứng dụng ngụy trang ảnh nhiệt, ngụy trang đa phổ để bắt kịp với xu hướng công nghệ của thế giới và yêu cầu trong nước.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí của Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. J. R. Rao, "Introduction to camouflage and deception," Defence research & development organisation, Ministry of Defence, New Delhi, (1999).
- [2]. A. O. Ramsley, "Camouflage patterns – effects of size and color," NXB PN, tr. 5-21, (1979).
- [3]. T. R. O'Neill, "Dual-tex 2: Field evaluation of dual-tex gradient pattern," USMA, West Point, N.Y. City, pp. 1-13, (1977).
- [4]. M. Friskovec *et al*, "Design and evaluation of a camouflage pattern for the Slovenian urban environment," J. of Imaging Science and Technology, Vol. 020507, pp. 1-11, (2010).
- [5]. M. Kalloniatis, C. Luu, "Visual acuity," In: Kolb H, Fernandez E, Nelson R, editors. Webvision: The Organization of the Retina and Visual System, (2005).
- [6]. Q. Jia *et al*, "Intelligent design of gradual disruptive pattern painting and comparison of camouflage effectiveness," Cluster Computing, vol. 22, no. 4, pp. 9293–9301, (2019).
- [7]. M. Friskovec *et al*, "Design and Evaluation of a Camouflage Pattern for the Slovenian Urban Environment," Journal of Imaging Science and Technology@ 54(2): 020507–020507-11, (2010).
- [8]. V. K. Shrivastava *et al*, "Computer-aided diagnosis of psoriasis skin images with HOS, texture and color features: a first comparative study of its kind," CMPB, 26, pp. 98-109, (2016).
- [9]. N.C. Yang *et al*, "A fast MPEG-7 dominant color extraction with new similarity measure for image retrieval," J Vis Commun Image Represent, 19, pp. 92-105, (2008).
- [10]. Y. J. Yan *et al*, "Fusion of dominant colour and spatial layout features for effective image retrieval of coloured logos and trademarks," IEEE international conference on multimedia big data, (2015), pp. 306-311, 10.1109/BigMM.2015.43.
- [11]. S. Bi *et al*, "Optical classification of inland waters based on an improved Fuzzy C-Means method," Optic Express, 27 (24/25), pp. 34838, (2019).
- [12]. T. T. Bao *et al*, "Một phương pháp đánh giá hiệu quả ngụy trang bằng mô phỏng máy tính," Tạp chí Nghiên cứu khoa học và công nghệ quân sự, Số 90, (2023).
- [13]. Đ. X. Doanh *et al*, "Phương pháp đánh giá đa tiêu chí ứng dụng trong lĩnh vực ngụy trang," Tạp chí Nghiên cứu khoa học và công nghệ quân sự, Số Đặc san Hội thảo Quốc gia FEE, tr. 154-163, (2022).

ABSTRACT

Method for designing camouflage patterns blend to the natural backgrounds

Camouflage pattern design, an essential part of camouflage design, is a topic of interest to researchers worldwide. However, in Vietnam, it is still relatively primitive and rarely studied and published. This paper presents a method of calculating and designing camouflage patterns that blend with natural backgrounds. Based on the principles of human eye vision and the relationship between human eye vision and visible camouflage, the paper has calculated and quantified some key parameters, such as the size of the basic unit, unit colors, and the dominant colors, and use the software to design the appropriate camouflage patterns. Evaluation results based on computer simulations and field tests prove that the method of calculating camouflage pattern design in the visible range proposed by the authors is suitable and can be applied to camouflage design.

Keywords: Camouflage pattern; Camouflage design; Target and background; CSI; TOPSIS.