

CÁC TIÊU CHÍ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG THÔNG DỤNG TRONG THIẾT KẾ GIAO DIỆN NGƯỜI DÙNG CỦA MỸ THUẬT ỨNG DỤNG HIỆN NAY

COMMON SUSTAINABLE DEVELOPMENT CRITERIA
IN USER INTERFACE DESIGN OF APPLIED ARTS TODAY

VÕ THỊ THU THỦY(*) và PHẠM ĐỖ HOÀNG AN(**)

THÔNG TIN	TÓM TẮT
<p>Ngày nhận bài: 23-3-2025 Ngày biên tập xong: 28-4-2025 Ngày duyệt đăng: 29-5-2025 Mã số: TCKH51-05-2025 ISSN: 2525 – 2429</p> <p>Từ khóa: thiết kế bền vững; giao diện người dùng; mỹ thuật ứng dụng; công nghệ số.</p> <p>Key words: sustainable design; user interface; applied arts; digital technology.</p>	<p>Sự phát triển nhanh chóng của công nghệ số đang thúc đẩy việc tích hợp các tiêu chí phát triển bền vững vào thiết kế giao diện người dùng (User Interfaces, viết tắt là UI), nhằm tối ưu hóa tài nguyên, giảm tiêu thụ năng lượng và hạn chế tác động đến môi trường. Nghiên cứu này tập trung vào việc phân tích xu hướng UI bền vững, mối liên hệ của UI và các mục tiêu bền vững của Liên Hiệp Quốc (Sustainable Development Goals, viết tắt là SDGs), đồng thời đề xuất các mô hình thiết kế UI vào thực tiễn của các lĩnh vực có liên quan đến mỹ thuật ứng dụng. Dựa trên phương pháp phân tích thư mục và phân tích từ khóa từ dữ liệu Scopus, nghiên cứu đã nhận diện năm nhóm tiêu chí chính trong thiết kế UI bền vững. Kết quả nghiên cứu chỉ ra các tiêu chí quan trọng giúp giảm phát thải carbon và tối ưu hóa hiệu suất hệ thống để phát triển một nền tảng UI thân thiện với môi trường, có thể góp phần đề xuất hướng tiếp cận hiệu quả giúp các nhà thiết kế và doanh nghiệp áp dụng UI bền vững trong lĩnh vực mỹ thuật ứng dụng.</p> <p>ABSTRACT: The rapid advancement of digital technology is driving the integration of sustainable development criteria into user interface (UI) design to optimize resource utilization, reduce energy consumption, and minimize environmental impact. This study focuses on analyzing sustainable UI trends, the relationship between UI and the Sustainable Development Goals (SDGs), and proposing UI design models for practical application in fields related to applied arts. Based on bibliometric analysis and keyword analysis from Scopus data, the study identifies five key criteria for sustainable UI design. The findings indicate that these critical criteria contribute to reducing carbon emissions and optimizing system performance to develop an environmentally friendly UI platform. This research provides an effective approach for designers and businesses to adopt sustainable UI practices in the applied arts sector.</p>

(*) PGS.TS. Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, vtthuy@ntt.edu.vn

(**) ThS. Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, pdhan@ntt.edu.vn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh chuyển đổi số và sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ, thiết kế giao diện người dùng (UI) đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao trải nghiệm người dùng (UX) và tối ưu hóa hiệu suất hệ thống. UI không chỉ đảm bảo tính thẩm mỹ và tính tương tác mà còn ảnh hưởng đến mức độ tiêu thụ tài nguyên, từ đó tác động đến môi trường và tính bền vững của các hệ thống số. Trong thiết kế giao diện người dùng (UI), ngoài việc tối ưu hóa giao diện để nâng cao tính thẩm mỹ và chức năng, còn cần chú trọng đến trải nghiệm người dùng (UX). UX đề cập đến cảm giác và trải nghiệm mà người dùng có được khi tương tác với một giao diện, trong khi UI là cách thức giao diện đó được thể hiện và xây dựng. Mặc dù UI thường được nhắc đến với các yếu tố như màu sắc, bố cục, và khả năng tương tác, nhưng UX lại tập trung vào cảm giác tổng thể của người dùng, bao gồm sự dễ dàng và sự thoải mái khi sử dụng giao diện. Cả hai yếu tố này đều đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra các nền tảng bền vững, tối ưu hóa hiệu suất và giảm thiểu tác động đến môi trường. Phát triển bền vững (Sustainable Development) không còn giới hạn trong các lĩnh vực truyền thống như năng lượng, giao thông, hay sản xuất mà đang mở rộng sang công nghệ thông tin, đặc biệt trong thiết kế UI. Các nghiên cứu gần đây đã chỉ ra thiết kế UI có thể đóng góp vào mục tiêu phát triển bền vững thông qua tối ưu hóa tài nguyên, giảm tiêu thụ năng lượng và hướng dẫn hành vi người dùng theo hướng có trách nhiệm hơn. Tác giả Tim Frick đã nêu luận điểm trong tài liệu “Designing for Sustainability” về “Thiết kế bền vững không chỉ là giảm tác động môi trường, mà còn là tạo ra những tương tác có ý nghĩa và lâu dài giữa người dùng và giao diện” [2]. Tuy nhiên, việc tích hợp các nguyên tắc phát triển bền vững vào thiết kế UI vẫn là một thách thức do thiếu các phương pháp thiết kế tối ưu. Trong tác phẩm “Sustainable User Interface Design” tác giả Silberschatz & Galpin đã nêu lên “Thiết kế giao diện người dùng

bền vững vượt qua cả yếu tố thẩm mỹ và chức năng; nó bao gồm việc tạo ra các hệ thống có trách nhiệm với môi trường, bao gồm xã hội và có tính kinh tế” [6]. Nghiên cứu này nhằm phân tích các xu hướng UI bền vững, đánh giá vai trò của UI trong việc hỗ trợ phát triển bền vững và đề xuất các giải pháp thiết kế giao diện số thân thiện với môi trường.

2. NỘI DUNG

2.1. Mục tiêu và phương pháp nghiên cứu

2.1.1. Mục tiêu nghiên cứu

Thứ nhất, nghiên cứu tập trung vào việc nhận diện các xu hướng chính trong thiết kế UI bền vững, bao gồm tối ưu hóa tài nguyên giao diện, giảm thiểu tiêu hao năng lượng và cải thiện hiệu suất hệ thống. Các xu hướng nổi bật như thiết kế giao diện người dùng (sau đây gọi tắt là giao diện) tối giản (Minimal UI), chế độ tối (Dark Mode), giao diện thích ứng (Adaptive UI) và thiết kế tương tác xanh (Green Interaction Design) sẽ được xem xét trên cơ sở phân tích dữ liệu thư mục; Thứ hai, nghiên cứu sẽ khai thác trí tuệ nhân tạo (AI), dữ liệu lớn (Big Data), thiết kế sinh thái (Eco-Design) để tối ưu hóa UI theo hướng tiết kiệm tài nguyên và nâng cao hiệu suất. AI có thể cá nhân hóa trải nghiệm người dùng dựa trên thói quen sử dụng, giúp giảm thiểu tải hệ thống không cần thiết. Dữ liệu lớn hỗ trợ phân tích mô hình tương tác của người dùng, đề xuất các phương pháp tối ưu hóa giao diện phù hợp hơn. Thiết kế sinh thái được xem xét để tạo ra UI có tính thẩm mỹ cao nhưng vẫn thân thiện với môi trường, giúp giảm phát thải carbon từ hệ thống số. Cuối cùng, nghiên cứu sẽ đề xuất các mô hình UI bền vững, giúp giao diện có khả năng thích ứng với sự phát triển công nghệ và nhu cầu xã hội trong tương lai. Các mô hình này bao gồm UI cho hệ thống năng lượng tái tạo, giao diện hỗ trợ quyết định tiêu dùng xanh, và UI dành cho thành phố thông minh và hệ thống IoT. Các mục tiêu này nhằm đề xuất một số nguyên tắc, lựa chọn các nhóm mục tiêu phát triển bền

vững phù hợp cho lĩnh vực thiết kế và đào tạo về mỹ thuật ứng dụng trong thực hành thiết kế và đánh giá thiết kế bền vững, có thể khai thác nhanh và hiệu quả hướng đến giao diện người dùng và trải nghiệm người dùng trong quá trình thiết kế.

2.1.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng các phương pháp sau: Phân tích tài liệu, phân tích thư mục (Bibliometric Analysis), phân tích từ khóa (Keyword Analysis) nhằm xác định xu hướng thiết kế UI bền vững, tổng hợp các công trình nghiên cứu liên quan, đưa ra định hướng phát triển trong tương lai.

Dữ liệu được sử dụng để thực hiện phân tích từ nguồn cơ sở các nghiên cứu công bố trên tạp chí Scopus được tìm kiếm với từ khóa "TITLE-ABS-KEY (("visual communication design" OR "visual communication designs" OR "visual communication" OR "infographics" OR "graphic design" OR "typography" OR "brand identity" OR "motion graphics" OR "user interface" OR "color theory" OR "visual storytelling" OR "visual branding" OR "non-verbal communication") AND ("renewable energy" OR "circular economy" OR "climate change mitigation" OR "green technology" OR "carbon footprint" OR "social equity" OR "sustainable agriculture" OR "eco-friendly products" OR "waste reduction" OR "water conservation" OR "sustainable development"))" trong khoảng thời gian 2000-2024, thực hiện vào 19:15h ngày 22-01-2025.

Phương pháp này được thực hiện với ba mục tiêu chính: Xác định xu hướng nghiên cứu: Phân tích sự phát triển của UI bền vững theo thời gian, từ đó nhận diện các giai đoạn quan trọng trong quá trình hình thành và phát triển lĩnh vực này, đánh giá mức độ ảnh hưởng. Phân tích từ khóa (Keyword Analysis) giúp nhận diện các thuật ngữ quan trọng trong lĩnh vực UI bền vững, làm rõ các trọng tâm nghiên cứu hiện tại. Nghiên cứu sử dụng phần mềm VOSviewer, một công cụ phổ biến trong việc xây dựng bản đồ khoa học và trực quan hóa mối quan hệ giữa các từ khóa. Quy trình thực hiện bao gồm:

Trích xuất từ khóa từ các bài báo khoa học liên quan đến UI bền vững, đánh giá tần suất xuất hiện của các từ khóa để xác định mức độ quan tâm của cộng đồng nghiên cứu, xây dựng mạng lưới từ khóa để nhận diện mối liên hệ giữa các chủ đề nghiên cứu chính, giúp xác định xu hướng UI bền vững trong tương lai. Kết quả từ hai phương pháp này sẽ cung cấp cái nhìn tổng quan về sự phát triển của UI bền vững, từ đó làm cơ sở cho các đề xuất thiết kế UI tối ưu hơn, góp phần giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và nâng cao hiệu suất hệ thống số.

2.2. Phát triển bền vững trong thiết kế giao diện người dùng

2.2.1. Mối liên hệ giữa giao diện người dùng và các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs)

Sự phát triển nhanh chóng của công nghệ số đã thúc đẩy tầm quan trọng của giao diện người dùng (UI) trong việc định hình hành vi người dùng, tối ưu hóa tài nguyên và hỗ trợ phát triển bền vững. Trong bối cảnh toàn cầu, thiết kế UI không chỉ tập trung vào trải nghiệm và chức năng mà còn phải hướng đến các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs) do Liên Hợp Quốc đề ra. UI có thể đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa tiêu thụ tài nguyên, nâng cao nhận thức về tiêu dùng có trách nhiệm, đồng thời thúc đẩy các giải pháp công nghệ bền vững hơn. Các mục tiêu đó là *SDG 7 – Đảm bảo năng lượng sạch và bền vững*, *SDG 12 – Tiêu dùng và sản xuất có trách nhiệm*, *SDG 13 – Hành động ứng phó với biến đổi khí hậu*, *SDG 11 – Thành phố và cộng đồng bền vững*, *SDG 9 – Công nghiệp, đổi mới và hạ tầng*. Một ví dụ, tại bảo tàng quốc gia Rijksmuseum, Hà Lan, nơi vị khách thứ 10 triệu đã có cơ hội qua đêm cùng bức tranh “Tuần tra đêm” của Rembrandt. Trải nghiệm này không chỉ tạo ra kết nối cá nhân sâu sắc với nghệ thuật mà còn có thể tạo nên cách thưởng thức các tác phẩm theo hướng bền vững. Điều này có thể liên hệ với các xu hướng UI hiện tại, nơi các bảo tàng ứng dụng thiết kế UI/UX tối ưu để cung cấp trải

nghiệm nghệ thuật số hóa, giúp giảm nhu cầu tham quan vật lý nhưng vẫn đảm bảo tương tác chân thực. Giao diện người dùng không chỉ đóng vai trò là công cụ hỗ trợ trải nghiệm số mà còn có khả năng ảnh hưởng đến các mục tiêu phát triển bền vững. Trong nghiên cứu về “*Tư duy thiết kế cho phát triển bền vững*” tác giả Leal Filho et al đã nêu lên “*Việc tích hợp tư duy thiết kế với các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs) cho phép một phương pháp tiếp cận toàn diện hơn trong việc giải quyết vấn đề, nơi thiết kế không chỉ được coi là một quá trình sáng tạo mà còn là một phương tiện để đạt được các lợi ích lâu dài cho xã hội*” [3].

2.2.2. Các yếu tố kỹ thuật trong thiết kế giao diện người dùng bền vững

Phát triển phần mềm bền vững trong thiết kế giao diện người dùng (UI) hướng đến trải nghiệm người dùng và đảm bảo hiệu suất hệ thống, tính khả dụng dài hạn và giảm thiểu tác động đến môi trường. Quan điểm này tương đồng với ý kiến của tác giả Silberschatz & Galpin nêu lên về việc “*Kết hợp tính bền vững trong thiết kế UI đòi hỏi phải hiểu đầy đủ vòng đời của các sản phẩm kỹ thuật số và áp dụng các chiến lược để giảm thiểu tiêu thụ tài nguyên và tác động môi trường trong suốt quá trình*” [6]. Thiết kế mỹ thuật ứng dụng cần quan tâm đến các, thói quen, tâm lý sử dụng sự tương tác cho người sử dụng, có những trải nghiệm tích cực với các sản phẩm thiết kế nhằm đáp ứng các nhu cầu và đảm bảo tính tiện nghi, thoải mái và tính thẩm mỹ cho người dùng. Xu hướng này đòi hỏi sự kết hợp giữa các nguyên tắc thiết kế UI tối ưu và chiến lược phát triển phần mềm bền vững nhằm đảm bảo khả năng mở rộng, bảo trì và tương thích với các nền tảng công nghệ trong tương lai.

Một trong những yếu tố quan trọng của phần mềm bền vững là tối ưu hóa tài nguyên hệ thống, bao gồm giảm thiểu dung lượng giao diện, tối ưu mã nguồn và sử dụng kỹ thuật nén dữ liệu. Điều này giúp giảm mức tiêu thụ năng

lượng của thiết bị, đồng thời tăng hiệu suất xử lý và giảm tải cho máy chủ. Ngoài ra, các giao diện hiện đại đang hướng đến thiết kế tối giản (Minimal UI) và chế độ nền tối (Dark Mode) để hạn chế tiêu thụ điện năng, đặc biệt trên các thiết bị có màn hình OLED. Bên cạnh đó, khả năng tiếp cận (Accessibility) và thiết kế linh hoạt (Adaptive UI) cũng là yếu tố then chốt trong phát triển UI bền vững. Các giao diện có thể tự động điều chỉnh theo điều kiện sử dụng, giúp tăng cường trải nghiệm người dùng mà không làm gia tăng mức tiêu thụ tài nguyên không cần thiết. Kết hợp với trí tuệ nhân tạo (AI) và dữ liệu lớn (Big Data), UI có thể tối ưu hóa quá trình tương tác theo hướng tiết kiệm năng lượng và tài nguyên.

2.3. Kết quả phân tích thư mục

2.3.1. Xu hướng nghiên cứu theo thời gian

Bảng 1. Số lượng các bài báo xuất bản về đề tài theo các năm

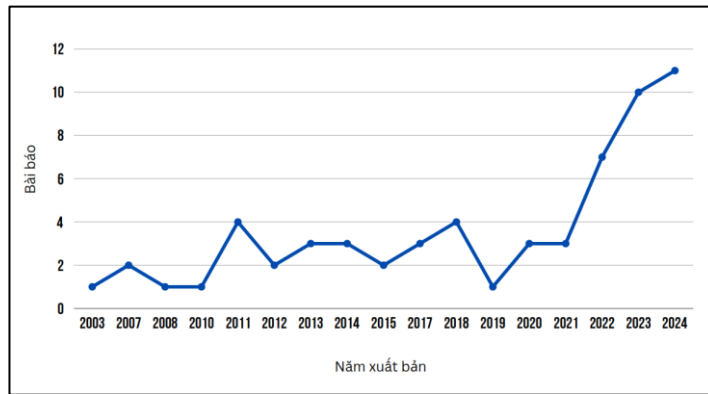
Năm	Tổng số	Năm	Tổng số
2003	1	2017	3
2007	2	2018	4
2008	1	2019	1
2010	1	2020	3
2011	4	2021	3
2012	2	2022	7
2013	3	2023	10
2014	3	2024	11
2015	2		

Nguồn: Tác giả tổng hợp

Trong lĩnh vực thiết kế giao diện người dùng (UI), các xu hướng nghiên cứu đã trải qua những giai đoạn phát triển khác nhau, phản ánh sự chuyển đổi từ các hệ thống UI truyền thống sang các giải pháp bền vững hơn. Dựa trên kết quả phân tích thư mục (Bibliometric Analysis) và trực quan hóa dữ liệu bằng VOSviewer, có thể xác định ba giai đoạn chính trong sự phát triển của nghiên cứu UI bền vững, từ trước năm 2016, giai đoạn 2016-2019, và thời kỳ 2020-2024. Trong đó, nội dung nghiên cứu của từng

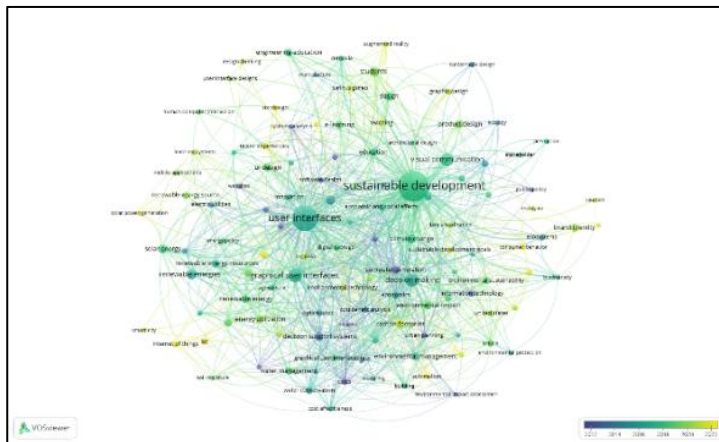
giai đoạn cụ thể. Giai đoạn trước 2016 là các nghiên cứu tập trung vào các hệ thống UI truyền thống, ít liên quan đến phát triển bền vững. Giai đoạn 2016-2019 là xu hướng mới xuất hiện như Green Computing, Eco-friendly UI, tích hợp khả năng tiếp cận (Accessibility &

Inclusive Design) vào UI. Giai đoạn 2020 – 2024 là các chủ đề nóng trong UI bền vững như là Giao diện tiết kiệm năng lượng (Energy-efficient UI), Trí tuệ nhân tạo trong UI/UX bền vững (AI-driven Sustainability), Trò chơi hóa (Gamification) trong UI/UX bền vững.



Hình 1. Số lượng các bài báo xuất bản về đề tài theo các năm

Nguồn: Tác giả tổng hợp



Hình 2. Sơ đồ mạng lưới các bài báo xuất bản về đề tài theo các năm

Nguồn: Tác giả nghiên cứu

Dựa trên kết quả phân tích xu hướng nghiên cứu theo thời gian, có thể thấy xu hướng nghiên cứu về thiết kế UI bền vững đã có sự dịch chuyển rõ rệt, phản ánh nhu cầu tối ưu hóa tài nguyên, giảm tiêu thụ năng lượng và khuyến khích hành vi tiêu dùng xanh. Những tiến bộ trong trí tuệ nhân tạo, giao diện thích ứng và giao diện tiết kiệm năng lượng đang mở ra cơ hội mới để phát triển các hệ thống UI không chỉ thân thiện với người dùng mà còn có trách nhiệm với môi trường. Trong tương lai, UI bền

vững sẽ không đơn thuần là một xu hướng mà sẽ trở thành một yêu cầu thiết yếu trong phát triển phần mềm, đặc biệt trong các lĩnh vực như thành phố thông minh, IoT và năng lượng tái tạo. Do đó, việc ứng dụng thiết kế UI bền vững là cần thiết để đảm bảo tính hiệu quả, đồng thời hướng đến một hệ sinh thái công nghệ số phát triển bền vững và thân thiện với môi trường.

2.3.2. Phân tích theo cụm nghiên cứu chính

Trong nghiên cứu về phát triển bền vững trong thiết kế giao diện người dùng (UI/UX),

việc phân tích mạng lưới từ khóa (Network Visualization) giúp xác định các chủ đề nghiên cứu chính cũng như mối liên hệ giữa các xu hướng phát triển UI và bền vững. Dữ liệu phân tích từ VOSviewer có thể nhận diện bốn cụm nghiên cứu chính, bao gồm:

Cụm 1 - "User Interfaces & Sustainable Development" (Xanh lam): Tập trung vào mối quan hệ giữa UI và phát triển bền vững, cũng như vai trò của UI trong nâng cao nhận thức về môi trường. Giao diện người dùng (UI) không chỉ là cầu nối giữa con người và hệ thống số mà còn ảnh hưởng trực tiếp đến cách công nghệ được sử dụng và tác động đến môi trường. Các nghiên cứu trong lĩnh vực này chỉ ra rằng UI có thể hỗ trợ phát triển bền vững thông qua giảm mức tiêu thụ năng lượng, cải thiện khả năng tiếp cận (accessibility), và thúc đẩy hành vi tiêu dùng bền vững. Các ứng dụng tiêu biểu bao gồm UI hiển thị mức tiêu thụ năng lượng, giúp người dùng điều chỉnh hành vi sử dụng thiết bị một cách tiết kiệm hơn; giao diện trực quan về tác động môi trường, chẳng hạn như lượng khí thải carbon do một hành động kỹ thuật số tạo ra; và ứng dụng trò chơi hóa (Gamification) để khuyến khích hành vi bền vững.

Cụm 2 - "Design & Visual Communication" (Vàng): Đề cập đến thiết kế tối giản (Minimal Design) và thiết kế sinh thái (Eco-Design) nhằm tối ưu hóa UI theo hướng bền vững. Thiết kế tối giản (Minimal Design) đang trở thành một xu hướng quan trọng trong UI bền vững, nhằm giảm thiểu sự phức tạp của giao diện, tối ưu hiệu suất hệ thống và giảm tải tài nguyên xử lý, giúp giảm tiêu thụ năng lượng, nhờ vào việc loại bỏ các yếu tố đồ họa không cần thiết, tối ưu hóa việc sử dụng màu sắc và kiểu chữ để giảm tải hiển thị trên màn hình. Ngoài ra, việc hạn chế hiệu ứng động giúp hệ thống vận hành mượt mà hơn, tiết kiệm năng lượng CPU/GPU, đồng thời tối ưu hóa điều hướng và bố cục giúp người dùng tìm kiếm thông tin nhanh hơn. Bên cạnh đó, thiết kế sinh

thái (Eco-Design) trong UI tập trung vào việc sử dụng các yếu tố thiết kế để tạo ra giao diện hiệu quả với tác động môi trường thấp nhất. Một số nguyên tắc quan trọng bao gồm tối ưu hóa hiển thị trên nhiều loại màn hình để giảm mức tiêu thụ năng lượng không cần thiết, sử dụng gam màu tối nhằm tiết kiệm năng lượng trên màn hình OLED/AMOLED, và thiết kế UI có tính thích ứng (Adaptive UI) cho phép giao diện tự động điều chỉnh theo điều kiện ánh sáng, mức pin và nhu cầu sử dụng thực tế.

Cụm 3 - "Environmental Impact & Decision Making" (Đỏ): Phân tích cách tích hợp AI vào UI để hỗ trợ ra quyết định bền vững và đánh giá tác động môi trường. Việc tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) vào giao diện người dùng (UI) đang mở ra những cơ hội quan trọng trong hỗ trợ ra quyết định bền vững, đặc biệt trong quản lý tài nguyên, năng lượng và môi trường. AI có khả năng phân tích hành vi người dùng để tự động tối ưu hóa UI, giúp giảm mức tiêu thụ năng lượng trên các thiết bị kỹ thuật số. Các hệ thống giao diện trực quan hiển thị dữ liệu tiêu thụ năng lượng theo thời gian thực giúp người dùng nhận thức rõ hơn về mức độ sử dụng tài nguyên. Hơn nữa, các hệ thống báo cáo môi trường được tích hợp vào UI giúp doanh nghiệp đánh giá hiệu suất bền vững, từ đó điều chỉnh chiến lược hoạt động phù hợp. Một số UI hiện đại cũng hỗ trợ thu thập và phân tích dữ liệu về ô nhiễm không khí, nguồn nước và tiêu thụ tài nguyên, góp phần xây dựng các giải pháp phát triển bền vững và nâng cao ý thức bảo vệ môi trường trong cộng đồng.

Cụm 4 - "Renewable Energy & Smart Technologies" (Xanh lá): Khai thác vai trò của UI trong hệ thống năng lượng tái tạo và thành phố thông minh (Smart City, IoT). Giao diện người dùng (UI) đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa quản lý năng lượng tái tạo, giúp người dùng tương tác hiệu quả với các hệ thống sản xuất và tiêu thụ năng lượng sạch. Trong lĩnh vực này, UI được ứng dụng rộng rãi để giám sát và điều phối hệ thống năng lượng mặt trời và gió, cung cấp

trí tuệ nhân tạo (AI), và khả năng thích ứng với các nền tảng công nghệ mới.

Kết quả phân tích từ các mô hình phân cụm trong Hình 2, 3 và 4 chỉ ra sự nổi bật của các nhóm nghiên cứu tập trung vào năng lượng bền vững và trí tuệ nhân tạo (AI) trong thiết kế giao diện người dùng (UI). Cụ thể, các cụm có mật độ cao nhất liên quan đến việc tối ưu hóa tài nguyên và giảm tiêu thụ năng lượng, cho thấy sự gia tăng mối quan tâm đối với việc phát triển các giao diện thân thiện với môi trường. Những xu hướng này phù hợp với các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs), đặc biệt là SDG 7 – Năng lượng sạch và bền vững, SDG 12 – Tiêu dùng và sản xuất có trách nhiệm, và SDG 13 – Hành động ứng phó với biến đổi khí hậu. Các nghiên cứu này khẳng định vai trò quan trọng của AI trong việc tối ưu hóa hiệu suất hệ thống, cá nhân hóa trải nghiệm người dùng và giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường. Bên cạnh đó, các cụm nhỏ hơn, mặc dù có mật độ nghiên cứu thấp hơn, lại thể hiện những xu hướng mới, như việc tích hợp giao diện người dùng được điều khiển bởi trí thông minh nhân tạo (AI-driven UI) và giao diện người dùng tiết kiệm năng lượng (Energy-efficient UI), mở ra cơ hội cho các nghiên cứu và ứng dụng thiết kế giao diện người dùng hướng đến sự phát triển bền vững trong tương lai. Các cụm này phản ánh sự chuyển biến từ các hệ thống UI truyền thống sang các giải pháp UI thông minh và tiết kiệm năng lượng, giúp tạo ra các nền tảng công nghệ có tính bền vững cao hơn.

Sự chuyển dịch từ UI truyền thống sang UI bền vững: Trong những giai đoạn đầu của nghiên cứu về giao diện người dùng (UI), trọng tâm chủ yếu hướng đến việc tối ưu hóa trải nghiệm người dùng, nâng cao khả năng sử dụng và cải thiện mức độ tương tác giữa con người và máy tính. Tuy nhiên, cùng với sự mở rộng nhanh chóng của các hệ thống kỹ thuật số, mức tiêu thụ năng lượng từ các nền tảng số ngày càng gia tăng, kéo theo những thách thức

về tính bền vững trong thiết kế UI. Trước bối cảnh đó, cộng đồng khoa học đã dần dịch chuyển sang nghiên cứu UI bền vững, tập trung vào các giải pháp giúp giảm thiểu tác động môi trường trong quá trình phát triển và vận hành giao diện số. Hiện nay, các nghiên cứu về UI bền vững xoay quanh ba trụ cột chính. Thứ nhất, tối ưu hóa tài nguyên và năng lượng đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu mức tiêu thụ điện năng, đặc biệt trên các thiết bị di động và màn hình OLED/AMOLED, nơi mà hiệu suất sử dụng năng lượng ảnh hưởng trực tiếp đến tuổi thọ pin và tác động môi trường. Thứ hai, thiết kế UI hướng đến tiêu dùng có trách nhiệm nhằm khuyến khích nhận thức về bảo vệ môi trường, tạo ra những trải nghiệm giao diện thúc đẩy hành vi tiêu dùng bền vững. Cuối cùng, việc tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) và dữ liệu lớn vào UI cho phép cá nhân hóa trải nghiệm người dùng một cách hiệu quả, tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên thông qua phân tích dữ liệu hành vi.

Xu hướng tối ưu hóa UI để giảm tiêu thụ năng lượng: Trong bối cảnh các nền tảng kỹ thuật số ngày càng phổ biến, mức tiêu thụ năng lượng từ giao diện người dùng (UI) đã trở thành một vấn đề đáng quan tâm, đặc biệt khi các giao diện đồ họa phức tạp có thể làm gia tăng đáng kể mức sử dụng điện năng. Các nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng việc tối ưu hóa UI có thể đóng vai trò quan trọng trong việc tiết kiệm năng lượng và giảm tác động môi trường. Một trong những giải pháp hiệu quả là ứng dụng Dark Mode và Adaptive UI, trong đó chế độ nền tối giúp giảm đáng kể mức tiêu thụ điện năng trên các thiết bị sử dụng màn hình OLED và AMOLED, đồng thời Adaptive UI có khả năng tự động điều chỉnh giao diện theo điều kiện ánh sáng môi trường, tối ưu hóa mức độ hiển thị mà không làm tăng mức tiêu thụ năng lượng không cần thiết.

Bên cạnh đó, tối ưu hóa nội dung và quản lý bộ nhớ đệm là một hướng tiếp cận quan

trọng giúp giảm tải xử lý trên hệ thống, qua đó tối ưu hóa hiệu suất hệ thống, tiết kiệm điện năng và hạn chế phát thải CO₂ từ các trung tâm dữ liệu. Ngoài ra, xu hướng tinh gọn đồ họa và giảm tải hoạt ảnh động đang ngày càng được ưu tiên nhằm tối ưu hóa hiệu suất giao diện. Việc giảm bớt hiệu ứng chuyển động không cần thiết, hạn chế sử dụng video nền hoặc hình ảnh động giúp giảm tải nguyên xử lý, kéo dài tuổi thọ thiết bị và giảm nhu cầu tiêu thụ năng lượng. Những giải pháp này không chỉ nâng cao hiệu suất UI mà còn đóng góp vào việc xây dựng một nền tảng kỹ thuật số bền vững và thân thiện với môi trường.

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong UI bền vững: Trí tuệ nhân tạo (AI) đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa giao diện người dùng (UI) bằng cách phân tích hành vi người dùng và tự động điều chỉnh giao diện theo nhu cầu thực tế, góp phần nâng cao hiệu suất hệ thống và giảm tiêu thụ năng lượng. Một trong những xu hướng nghiên cứu AI trong UI là cá nhân hóa giao diện, trong đó AI có khả năng học hỏi thói quen sử dụng của từng cá nhân để hiển thị các nội dung quan trọng, thay vì tải toàn bộ dữ liệu không cần thiết. Điều này không chỉ giúp nâng cao trải nghiệm người dùng mà còn giảm tải tài nguyên xử lý, tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị. AI có thể dự đoán và tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng thông qua phân tích dữ liệu hành vi của người dùng. Bằng cách nhận diện các mô hình sử dụng giao diện, AI có thể đề xuất hoặc tự động điều chỉnh UI để tiết kiệm tài nguyên, chẳng hạn như giảm độ sáng màn hình, hạn chế tải nội dung động hoặc tối ưu hóa tốc độ xử lý. Ngoài ra, tích hợp trợ lý ảo vào UI là một giải pháp quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả tương tác mà không cần hiển thị quá nhiều thành phần đồ họa. Thông qua các lệnh thoại hoặc thao tác tối giản, trợ lý ảo giúp người dùng thực hiện các tác vụ nhanh hơn, giảm tải xử lý và hạn chế tiêu thụ năng lượng. Sự kết hợp giữa AI và UI

không chỉ cải thiện hiệu suất hệ thống mà còn mở ra hướng phát triển bền vững, đáp ứng nhu cầu tối ưu hóa tài nguyên trong kỷ nguyên công nghệ số.

Xu hướng thiết kế UI hỗ trợ phát triển bền vững: Giao diện người dùng (UI) không chỉ tác động đến mức tiêu thụ năng lượng mà còn ảnh hưởng đáng kể đến hành vi người dùng, đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy các hoạt động hướng đến phát triển bền vững. Theo quan điểm của nhóm tác giả trong nghiên cứu được công bố năm 2024 về đề tài “Xu hướng nghiên cứu trong truyền thông và du lịch: Một hệ thống đánh giá và phân tích thư mục” đã nêu rằng “Giao diện người dùng đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ các chiến lược truyền thông hiệu quả, đặc biệt trong ngành du lịch, nơi việc truyền tải thông tin bền vững là rất quan trọng để nâng cao nhận thức cộng đồng về bảo vệ môi trường” [5].

Các nghiên cứu hiện nay đang tập trung vào việc thiết kế UI theo hướng khuyến khích người dùng tham gia vào các hành động có trách nhiệm với môi trường. Một trong những xu hướng quan trọng là giao diện khuyến khích tiêu dùng xanh, trong đó các nền tảng thương mại điện tử tích hợp các yếu tố UI giúp hiển thị thông tin về mức độ tác động môi trường của sản phẩm, từ đó hỗ trợ người dùng đưa ra quyết định tiêu dùng có trách nhiệm hơn. Việc cung cấp dữ liệu minh bạch về lượng khí thải carbon, quy trình sản xuất hay khả năng tái chế của sản phẩm có thể tác động tích cực đến hành vi người dùng. Bên cạnh đó, gamification trong UI bền vững đang được nghiên cứu nhằm tạo động lực cho người dùng tham gia vào các hoạt động giảm thiểu tác động môi trường. Việc tích hợp các cơ chế trò chơi hóa, chẳng hạn như hệ thống điểm thưởng khi sử dụng Dark Mode hoặc khi lựa chọn các sản phẩm thân thiện với môi trường, giúp gia tăng mức độ tham gia của người dùng. Ngoài ra, xu hướng giao diện hỗ trợ quản lý tài nguyên cá nhân cho phép người

dùng theo dõi mức tiêu thụ năng lượng của bản thân, đồng thời đưa ra các gợi ý nhằm tối ưu hóa hiệu suất sử dụng và giảm tác động tiêu cực đến môi trường.

UI và xu hướng phát triển của Smart Cities & IoT: Trong tài liệu “The Role of Design Thinking in Developing Sustainable Solutions” tác giả Tim Brown đã nêu quan điểm tư duy thiết kế có tiềm năng giúp tạo ra những giải pháp không chỉ chức năng mà còn bền vững, đảm bảo rằng chúng giải quyết được các nhu cầu lâu dài của cả người dùng và môi trường [1]. Sự phát triển của thành phố thông minh (Smart Cities) và Internet vạn vật (IoT) đã đặt ra yêu cầu cao hơn đối với giao diện người dùng (UI) trong việc hỗ trợ quản lý tài nguyên đô thị một cách hiệu quả và bền vững. Các nghiên cứu hiện nay tập trung vào việc thiết kế UI để tối ưu hóa quản lý năng lượng, giám sát hệ thống giao thông và cải thiện quản lý nước cùng chất thải. Một trong những hướng nghiên cứu quan trọng là UI cho hệ thống quản lý năng lượng, nơi các giao diện trực quan giúp theo dõi và tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng tái tạo, điều phối nguồn điện theo nhu cầu thực tế nhằm giảm thiểu lãng phí.

UI và cách tối ưu hóa năng lượng: Nguyên tắc này đề cao việc sử dụng năng lượng một cách hiệu quả và tối ưu hóa việc sử dụng nguồn năng lượng tái tạo. Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng hệ thống chiếu sáng tiết kiệm năng lượng, đèn LED, thiết bị điều khiển nhiệt độ thông minh và hệ thống năng lượng mặt trời. Kiến trúc xây dựng công trình tập trung vào giảm thiểu tác động tiêu cực lên môi trường xung quanh với các tạo hình kiến trúc, hình khối thích ứng với điều kiện tự nhiên xung quanh; bằng sử dụng vật liệu tái chế, năng lượng tiết kiệm và thiết kế hợp lý để tận dụng ánh sáng tự nhiên và gió, tính toán công suất năng lượng, khả năng chống thấm họa mà tạo tính bền vững của cấu trúc thì Nội thất bền vững tập trung vào thiết kế và trang trí

các không gian bên trong, bao gồm các yếu tố như tổ chức, bố trí các chức năng hợp lý, phối hợp với màu sắc và ánh sáng, tối ưu hóa sử dụng năng lượng khoa học nhất, tương tác với người dùng tạo ra không gian sống thân thiện và tiện nghi tiết kiệm tài nguyên và giảm thiểu tác động tiêu cực lên môi trường. Đồng thời xu hướng thiết kế UI cho hệ thống quản lý nhà nước và chất thải giúp người dân giám sát mức tiêu thụ nước, phân loại rác và tham gia các chương trình tái chế thông qua nền tảng kỹ thuật số.

Hướng đi trong tương lai của UI bền vững: Sự phát triển của giao diện người dùng (UI) bền vững đang được định hướng theo các xu thế công nghệ tiên tiến nhằm tối ưu hóa tài nguyên, giảm thiểu tác động môi trường và hỗ trợ quá trình chuyển đổi số bền vững. Một trong những xu hướng quan trọng là tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) và học máy (Machine Learning) vào UI, giúp hệ thống có khả năng học hỏi và điều chỉnh giao diện theo thời gian thực dựa trên hành vi người dùng. Nhóm tác giả trong nghiên cứu “Design thinking for sustainable development: A bibliometric analysis and case study research” đã nêu lên rằng tư duy thiết kế cung cấp một phương pháp tiếp cận mạnh mẽ để giải quyết các thách thức bền vững, nhấn mạnh vào thiết kế lấy con người làm trung tâm và đảm bảo rằng các giải pháp được phát triển có thể đóng góp tích cực vào các Mục tiêu Phát triển Bền vững của Liên Hợp Quốc, đặc biệt là SDG 8, SDG 9, và SDG 12 [3]. Điều này không chỉ nâng cao trải nghiệm mà còn giảm thiểu việc tải các thành phần không cần thiết, tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng.

Việc xây dựng các tiêu chuẩn đánh giá UI bền vững là một yêu cầu cấp thiết, cho phép đo lường mức tiêu thụ tài nguyên và hiệu suất sử dụng năng lượng của UI trên nhiều nền tảng khác nhau. Những định hướng này không chỉ tạo ra những giao diện thân thiện hơn với môi trường mà còn góp phần xây dựng một nền

tăng công nghệ số bền vững và toàn diện Các mô hình đánh giá này có thể trở thành công cụ hữu ích giúp các nhà phát triển điều chỉnh thiết kế UI theo hướng tiết kiệm tài nguyên hơn. Ngoài ra, UI bền vững sẽ tiếp tục được phát triển theo hướng linh hoạt, đảm bảo khả năng tương thích với các công nghệ mới như blockchain và Web 3.0, giúp tối ưu hóa bảo mật, phân quyền và giảm thiểu chi phí xử lý dữ liệu trên các hệ thống phi tập trung, trong tương lai, UI bền vững sẽ không chỉ giới hạn trong lĩnh vực thương mại điện tử hay phần mềm mà còn đóng vai trò quan trọng trong giáo dục, y tế và chính phủ số. Các nghiên cứu đang tập trung vào phát triển giao diện hỗ trợ chuyển đổi số bền vững, giúp nâng cao hiệu quả trong quản lý thông tin, cải thiện khả năng tiếp cận dịch vụ công và tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên trong các hệ thống giáo dục, y tế...

3. KẾT LUẬN

Nghiên cứu về các tiêu chí phát triển bền vững trong thiết kế giao diện người dùng (UI) đã làm sáng tỏ tầm quan trọng của việc tích hợp yếu tố bền vững vào quá trình thiết kế UI trong thời đại kỹ thuật số. Sự cần thiết của việc đóng góp tích cực vào môi trường và xã hội được đảm bảo thông qua thiết kế lấy con người làm trung tâm cho tính bền vững, giúp tạo ra các

giải pháp không chỉ đáp ứng nhu cầu của người dùng mà còn thúc đẩy sự phát triển bền vững [4]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, xu hướng UI bền vững đang trở thành một yêu cầu cấp thiết, không chỉ trong lĩnh vực công nghệ mà còn trong các ngành công nghiệp liên quan như thương mại điện tử, giáo dục, y tế và quản lý đô thị thông minh. Thiết kế UI bền vững có thể giảm thiểu tiêu thụ năng lượng và tài nguyên số thông qua các phương pháp thiết kế tối ưu. Các xu hướng như thiết kế tối giản (Minimal UI), chế độ nền tối (Dark Mode), Adaptive UI, trí tuệ nhân tạo (AI-driven UI) đã giúp giảm tải hệ thống, hạn chế phát thải carbon và tối ưu hóa trải nghiệm người dùng. Ngoài ra, UI còn đóng vai trò quan trọng trong việc thay đổi hành vi tiêu dùng theo hướng bền vững, khi được tích hợp với các giải pháp như Gamification (trò chơi hóa) để khuyến khích người dùng lựa chọn các phương án thân thiện với môi trường. Các đề xuất mô hình thiết kế UI dựa trên thực tiễn về các lĩnh vực có liên quan đến mỹ thuật ứng dụng, cho thấy khả năng ứng dụng trong thực tế và cho môi trường đào tạo ngành mỹ thuật ứng dụng thiết kế kiến trúc nội thất gắn với phát triển bền vững và khả năng ứng dụng trong lĩnh vực thiết kế mỹ thuật ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Brown Tim (2020), *The role of Design Thinking in Developing Sustainable Solutions*, New Riders.
- [2] Frick, T. (2019), *Designing for Sustainability: A Guide to Building Greener Digital Products*, O'Reilly Media.
- [3] Leal Filho, W., Schmidberger, I., Sharifi, A., et al. (2024), *Design thinking for sustainable development: A bibliometric analysis and case study research*, *Journal of Cleaner Production*, 455.
- [4] Liedtka, J. (2019), *Human-Centered Design for Sustainability*, *Journal of Sustainable Design*, 234-245.
- [5] Salgado-Moreno, A., & Garcia, R. (2024), *Research Trends in Communication and Tourism*, *Management Science*, 208.
- [6] Silberschatz, A., & Galpin, R. (2021), *Sustainable User Interface Design*, *Journal of User Experience and Sustainability*, 12-20.