TỰ ĐỘNG PHÁT HIỆN VÀ TÁCH VẾT NỨT TRÊN TƯỜNG GẠCH TRÁT VỮA TỪ ẢNH BẰNG CÁCH KẾT HỢP BỘ LỌC SOBEL VÀ PHÂN NGƯỠNG OTSU

PHAN THỊ ANH THƯ, TRỊNH ĐÌNH VŨ

Bộ Môn Địa Tin Học, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP. HCM
Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt:

Nghiên cứu này tập trung vào vấn đề phát hiện các rạn nứt trên các bề mặt tường gạch trát vữa. Nghiên cứu đề xuất một phương pháp tự động để phát hiện vết nứt từ các ảnh chụp dựa trên sự kết hợp của hai thuật toán phát hiện biên và phân đoạn hình ảnh. Phương pháp bắt đầu bằng việc chuyển đổi ảnh màu thành ảnh xám và sau đó áp dụng bộ lọc Sobel để xác định các vùng có biên độ thay đổi lớn. Kết quả là một ảnh xám với các biên cạnh của vết nứt nổi lên. Sau đó, phương pháp sử dụng thuật toán phân ngưỡng Otsu để tự động xác định ngưỡng phù hợp cho mỗi tấm ảnh giúp tách vết nứt khỏi phần nền một cách hiệu quả. Hình ảnh thực nghiệm ghi nhận các vết nứt có kích thước và hình dạng khác nhau. Hình ảnh vết nứt có bề rộng tối đa 5 mm, tối thiểu xấp xỉ 1 mm và được chụp bởi điện thoại Iphone 13 với độ phân giải 12MP, khẩu độ f/1.6. Kết quả của nghiên cứu cho thấy rằng phương pháp này phát hiện các vết nứt một cách hiệu quả và có khả năng nhận diện cả vết nứt lớn và nhỏ. Kết quả của nghiên cứu cho thấy phương pháp đề xuất có tiềm năng ứng dụng trong quản lý và sửa chữa để nâng cao tính thẩm mỹ của bề mặt công trình. Tuy nhiên, độ chính xác của kết quả còn phụ thuộc vào độ phân giải và góc chụp của ảnh.

Từ khóa: Bộ lọc Sobel, thuật toán Ostu, tách vết nứt

1. Giới thiệu

Vết nứt trên các bề mặt cấu trúc như tường, đường ống và các công trình cầu đường có thể gây ra hỏng hóc và rủi ro nghiêm trọng. Phương pháp đo nứt đơn giản nhất là phương pháp trực quan, trong đó các mẫu nứt được đánh dấu và chiều rộng của các vết nứt được ước tính bằng cách so sánh trực quan với độ rộng của các đường nứt được in trên giấy (trong một số trường hợp, có thể sử dụng kính hiển vi để cải thiện độ phân giải của việc đo lường). Đối với các vị trí nứt đã được xác định trước, thông thường các thử nghiệm được tiến hành độc lập bằng cách sử dụng các cảm biến hoặc thiết bị chuyên dụng để đo biến dạng cơ học tại các vị trí rời rạc trên mẫu thử (Su, 2020). Bằng cách sắp xếp các vị trí đo thành một lưới, kỹ thuật viên có thể đo được cả nứt trượt và biến dạng nén. Tuy nhiên, các kỹ thuật thủ công này dễ bị sai số đo lường và tốn thời gian, điều này có thể ảnh hưởng đến quy

Ngày nhận bài: 1/11/2023, ngày chuyển phản biện: 5/11/2023, ngày chấp nhận phản biện: 9/11/2023, ngày chấp nhận đăng: 28/11/2023

trình thử nghiệm. Ngoài ra, các phương pháp đo trực tiếp này có nhiều rủi ro liên quan đến an toàn cho nhân viên, nguy cơ hỏng thiết bị hoặc ghi nhận kết quả sai lầm do sự bất cẩn của người thực hiện phép đo. Do đó, cần có các phương pháp đo lường chính xác trong các thử nghiệm có các mẫu nứt phức tạp. Bên cạnh phương pháp đo lường trực tiếp, các đo lường gián tiếp dựa trên hình ảnh cũng có khả năng trích xuất thông tin từ ảnh chụp của bề mặt của cấu trúc (Minh-Vuong Pham, 2023), (Sachin Sreedhara, 2022). Thực tế, trích xuất vết nứt trên ảnh là phương pháp đo lường sử dụng sự biến đổi độ tương phản của giá độ độ sáng của pixel trên ảnh. Vết nứt được theo dõi bằng cách theo dõi mối tương quan với các pixel lân cận của chúng.

Cả hai phương pháp đo lường trực tiếp và gián tiếp đều có ưu điểm và nhược điểm riêng, và việc lựa chọn phương pháp phụ thuộc vào mục tiêu cụ thể của thử nghiệm và yêu cầu về độ chính xác. Phương pháp đo lường nứt trực tiếp thường phù hợp cho việc kiểm tra cấu trúc hiện có mà không cần đo lường tham chiếu trạng thái của cấu trúc khi không bị biến dạng. Trong khi phương pháp gián tiếp thích hợp cho việc theo dõi động học của vết nứt theo thời gian và có khả năng đo lường nứt một cách chính xác trong một loạt các tình huống.

Trong phương pháp đo lường từ ảnh, phân đoạn hình ảnh là một công đoạn quan trọng. Mục tiêu chính của quá trình này là trích xuất các đối tượng quan trọng từ nền hình ảnh. Trong việc thực hiện phân đoạn, thuật toán ngưỡng đã trở thành một trong những công cụ quan trọng và phổ biến nhất, chủ yếu do tính đơn giản và hiệu quả của nó. Thuật toán ngưỡng giúp chia các pixel trong hình ảnh thành hai tập con chứa nền và chứa đối tượng được quan tâm. Việc lựa chọn giá trị ngưỡng là mục tiêu quan trọng của thuật toán ngưỡng.

Có nhiều phương pháp đã được đề xuất để lựa chọn giá trị ngưỡng bao gồm các phương pháp dựa trên hình dạng của biểu đồ tần số hoặc phân cụm. Thuật toán ngưỡng có thể được phân thành hai loại chính là ngưỡng toàn cục và ngưỡng cục bộ. Trong ngưỡng toàn cục, mọi pixel trong hình ảnh được xử lý bởi cùng một giá trị ngưỡng. Trong số các thuật toán phân ngưỡng toàn cục, phương pháp của Otsu là một trong những phương pháp phổ biến nhất và hiệu quả nhất (Otsu, 1979). Phương pháp này dựa trên việc tối ưu hóa sự biến động giữa các lớp để xác định giá trị ngưỡng tối ưu. Tuy nhiên, nó có thể không hoạt động tốt trên các hình ảnh có biểu đồ mức xám không tuân theo phân phối Gaussian hoặc có sự biến động lớn giữa đối tượng và nền.

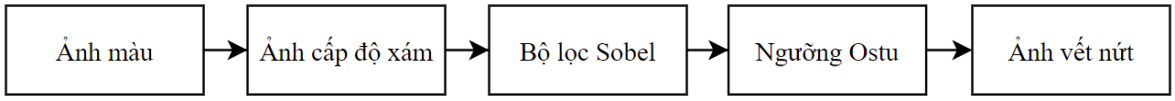
Hiện nay, hình ảnh thường được ghi nhận dưới dạng hình ảnh màu, sử dụng ba kênh màu khác nhau (Red-Green-Blue) để biểu thị màu sắc. Để sử dụng các thuật toán ngưỡng cần chuyển đổi các hình ảnh màu này thành ảnh cấp độ xám trước khi áp dụng ngưỡng phân đoạn. Thông thường, ảnh cấp độ xám được tạo ra bằng cách tính trung bình hoặc giá trị lớn nhất của từng kênh màu. Sau đó, ảnh đầu vào thường được hiệu chỉnh bằng bộ lọc trung bình để loại bỏ bớt các điểm nhiễu trước khi áp dụng thuật toán để xác định ngưỡng phân đoạn. Tuy nhiên trong đa số trường hợp dữ liệu nền bị nhiễu, bộ lọc trị trung bình không mang lại hiệu quả mong muốn. Để tăng hiệu quả của việc phân ngưỡng, việc hiệu chỉnh ảnh đầu vào là rất cần thiết. Mục tiêu của việc hiệu chỉnh ảnh nhằm tăng cường hiển thị rõ đối tượng và loại bỏ nhiễu nền. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất một phương pháp tự động tách vết nứt từ ảnh bằng cách kết hợp hai thuật toán quan trọng là thuật toán dò tìm cạnh và phân ngưỡng hình ảnh. Tiêu điểm của nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá tính ổn

định của phương pháp đề xuất dựa trên phân ngưỡng Otsu đối với các vết nứt có hình dạng khác nhau trên ảnh nền có nhiều dạng thông tin nhiễu khác nhau.

2. Quy trình đề xuất

Thuật toán lấy ngưỡng được thực hiện trên ảnh cấp độ xám, tuy nhiên, các hình ảnh hiện nay thường là hình ảnh màu dạng số. Trong nghiên cứu trước đây, hình ảnh màu được chuyển thành ảnh cấp độ xám và sau đó áp dụng thuật toán lấy ngưỡng trong ảnh này. Tuy nhiên, việc xác định ngưỡng trực tiếp từ dữ liệu hình ảnh gốc thường dẫn đến kết quả chứa nhiễu do chất lượng ảnh chụp, như việc ảnh bị chói sáng hoặc có nền phức tạp. Để loại bỏ nhiễu muối tiêu trước khi xác định ngưỡng việc điều chỉnh giá trị cấp độ xám của ảnh đầu vào là cần thiết. Do đó, để trích xuất vết nứt thành công, cần loại bỏ hoặc hạn chế thông tin nhiễu nền đến mức tối thiểu để không ảnh hưởng đến quá trình trích xuất thông tin vết nứt.

Ngày nay, có nhiều bộ lọc nhiễu để giảm tác động của dữ liệu nền. Trong nghiên cứu này, bộ lọc Sobel được đề xuất sử dụng như một phương pháp tăng cường giá trị cấp độ xám của các pixel thuộc vết nứt và giảm thiểu giá trị nền (B. Jahne, 1999). Sau đó, các pixel ảnh được phân nhóm để trích xuất thông tin vết nứt. Cụ thể, đối tượng cần được trích lọc trong nghiên cứu này là các vết nứt trên tường gạch trát vữa có hình dạng phức tạp và bề rộng nhỏ. Do đó, bộ lọc Sobel được đề xuất sử dụng để tăng cường hiển thị của các pixel thuộc biên vết nứt. Sau đó, giải thuật Otsu được sử dụng để tự động xác định ngưỡng phân loại. Cuối cùng các pixel vết nứt được trích lọc tự động từ ảnh chụp thông qua việc tạo lập ảnh nhị phân bằng giá trị ngưỡng vừa xác định. Quy trình xử lý dữ liệu để trích thông tin vết nứt được thể hiện theo sơ đồ trong Hình 1.



Hình 1: Quy trình xử lý dữ liệu

3. Phương pháp thực hiện

3.1. Tạo lập ảnh trắng đen

Ảnh màu thường được biểu diễn bằng ba kênh màu chính là đỏ (R), xanh lá cây (G), và xanh dương (B). Mỗi kênh này đại diện cho một loại màu cơ bản và chứa thông tin về cường độ màu tương ứng. Khi muốn tạo ra ảnh cấp độ xám từ ảnh màu cần kết hợp thông tin từ tất cả ba kênh màu này thành một giá trị duy nhất để biểu thị độ sáng của mỗi pixel trong ảnh xám. Trong nghiên cứu này, giá trị độ sáng của mỗi pixel trong ảnh cấp độ xám được tính từ trị trung bình cộng của các giá trị cường độ từ ba kênh màu RGB (ct.1).

$$Giá\ trị\ độ\ xám\ (DN) = \frac{R+G+B}{3} \quad (1)$$

Trong đó R,G, B lần lượt là giá trị cấp độ xám của kênh đỏ, xanh lá và xanh biển của pixel. Kết quả của phép tính này là giá trị độ sáng của pixel trong ảnh cấp độ xám. Quá trình này loại bỏ thông tin màu sắc chi tiết. Điều này rất hữu ích trong các ứng dụng như trích xuất vết nứt, khi chỉ sự biến đổi của độ sáng của pixel được quan tâm thay vì màu sắc.

3.2. Tăng cường hiển thị vết nứt bằng bộ lọc Sobel

Bộ lọc Sobel là một công cụ quan trọng trong xử lý ảnh và thường được sử dụng để phát hiện biên cạnh của các đối tượng dạng tuyến trên ảnh. Nó hoạt động bằng cách áp dụng hai bộ lọc con, một cho phương ngang và một cho phương thẳng đứng, để tìm sự thay

đổi đột ngột trong độ sáng giữa các pixel láng giềng. Các bộ lọc con này giúp tạo ra một bản đồ gradient cho ảnh, trong đó giá trị gradient tại mỗi điểm biểu thị độ mạnh của biên cạnh ở hướng tương ứng. Tuy nhiên, trong trường hợp có nhiều vết nứt có hình dạng phức tạp hoặc theo hướng xiên, bộ lọc Sobel cơ bản có thể không đủ mạnh để phát hiện chúng. Để giải quyết vấn đề này, của sổ lọc bổ sung theo phương xiên nên được sử dụng. Các cửa sổ lọc này có khả năng phát hiện vết nứt theo nhiều hướng và có độ phức tạp cao hơn, giúp cải thiện khả năng trích xuất thông tin về vết nứt trong ảnh một cách chi tiết hơn. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này chỉ bộ lọc theo phương dọc và phương ngang được sử dụng. Cụ thể:
Bộ lọc Sobel phương ngang (Sobel X):

$$S_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Bộ lọc Sobel phương thẳng đứng (Sobel Y):

$$S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Khi áp dụng Sobel X và Sobel Y lần lượt cho một pixel, ta sẽ có hai giá trị gradient tương ứng với hai hướng. Từ hai giá trị này, ta có thể tính toán giá trị gradient tổng hợp hoặc độ lớn của gradient tại mỗi điểm:

$$S_g = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \quad (4)$$

Hướng của gradient cung cấp thông tin về hướng của biên cạnh tại điểm đó. Điều này giúp ích trong việc xác định hình dạng và hướng của vết nứt trong ảnh. Sau khi thực hiện xử lý bằng cửa sổ lọc, các ảnh cấp độ xám tập trung vào việc làm nổi bật các pixel tại các vị trí thuộc viền của các vết nứt được tạo lập. Trong phạm vi nghiên cứu, các vết nứt thường có kích thước rất nhỏ, do đó các pixel nằm trên viền của chúng cũng thường đại diện cho vị trí và hình dạng của các vết nứt này.

3.3. Tự động xác định ngưỡng bằng giải thuật Otsu

Kết quả của quá trình trước là các ảnh cấp độ xám trong đó các pixel thuộc vết nứt và các pixel không thuộc vết nứt có giá trị khác nhau. Sự khác biệt trong giá trị cấp độ xám giữa hai nhóm này rất rõ ràng. Dựa trên sự phân biệt này, chúng tôi tiến hành áp dụng thuật toán Otsu. Thuật toán này được sử dụng để tự động xác định một ngưỡng phân tách sao cho việc phân loại các pixel thuộc vết nứt và các pixel không thuộc vết nứt trở nên tối ưu. Kết quả cuối cùng là một ngưỡng tự động dựa trên sự phân phối của giá trị cấp độ xám trong ảnh. Từ đó pixel thuộc vết nứt và không thuộc vết nứt được phân tách một cách hiệu quả và tự động trong quá trình xử lý ảnh.

Quá trình này bắt đầu bằng việc tính toán histogram của ảnh, biểu thị sự phân bố của giá trị độ xám của pixel. Sau đó, thuật toán lặp qua tất cả các giá trị ngưỡng có thể có và tính toán một số thông số quan trọng. Mục tiêu của thuật toán là tìm ngưỡng mà khi chia ảnh thành hai lớp dựa trên giá trị cường độ pixel. Điều này đồng nghĩa với việc tối ưu hóa sự phân tách giữa các vùng trong ảnh. Thuật toán Otsu thực hiện việc tính toán tỷ lệ số pixel của mỗi lớp (pixel có giá trị cường độ nhỏ hơn ngưỡng và pixel có giá trị cường độ lớn hơn ngưỡng), sau đó tính trung bình cường độ của từng lớp. Bằng cách kết hợp các thông tin này, thuật toán tính toán giá trị phương sai cho mỗi ngưỡng. Ngưỡng tối ưu được chọn là ngưỡng mà có giá trị tổng phương sai nhỏ nhất. Kết quả của thuật toán Otsu là một giá trị ngưỡng tối ưu, được sử dụng để phân loại pixel thành hai lớp dựa trên cường độ pixel của chúng. Giá

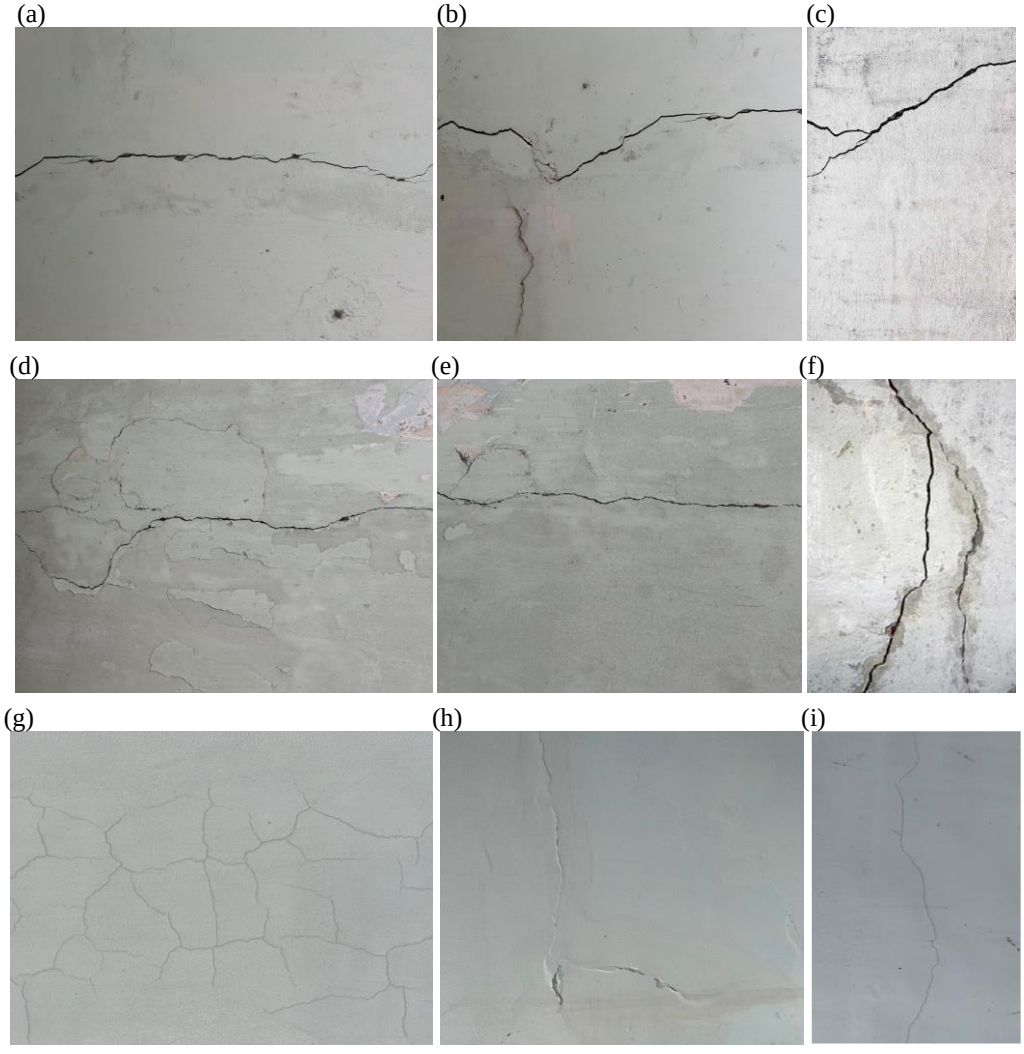
trị tổng phương sai của hai lớp được tính theo công thức sau:

$$\sigma_w^2 = w_1.\sigma_1^2 + w_2.\sigma_2^2 \qquad (5)$$

Trong đó w_1, w_2, σ_1^2, σ_2^2 lần lượt là trọng số và phương sai của nhóm 1 và nhóm 2

3.4. Tạo ảnh nhị phân của vết nứt

Để tạo một ảnh nhị phân từ ảnh cấp độ xám, cần sử dụng ngưỡng để phân chia các pixel thành hai lớp chứa pixel thuộc vùng đen (0) và pixel thuộc vùng trắng (255). Trong nghiên cứu này, sau khi xác định được ngưỡng tự động, giá trị ngưỡng được sử dụng để tạo ra ảnh nhị phân của vết nứt với quy ước pixel có giá trị lớn hơn ngưỡng được quy đổi mang giá trị 255 và vết nứt có giá trị nhỏ hơn ngưỡng được quy ước mang giá trị 0.



Hình 2: Hình ảnh các vết nứt trên bề mặt tường bê tông trát vữa được chụp bằng Iphone 13 với độ phân giải 12Mp từ (a) mẫu 1 đến (i) mẫu 9

4. Thực nghiệm và kết quả

4.1. Dữ liệu thực nghiệm

Để tiến hành đánh giá phương pháp đề xuất, chúng tôi đã tổng hợp một loạt ảnh vết nứt trên bề mặt công trình được chụp bằng Iphone 13 với độ phân giải 12 Mp, khẩu độ f/1.6 (Hình 2). Các vết nứt này thể hiện đặc điểm chi tiết như sau:

Kích thước: Các vết nứt rõ nét có chiều rộng dưới 5 mm (Hình 2a-f), và các vết nứt nhỏ dạng đơn giản hoặc vết chân chim có bề rộng xấp xỉ 1 milimét. Tuy nhiên, đáng chú ý rằng có sự biến đổi trong kích thước của các vết nứt, từ những vết nứt rất mỏng rộng 1 milimét đến những vết nứt rộng hơn vài milimét. Một số vết nứt cũng thể hiện sự tăng độ rộng theo chiều dọc hoặc ngang, điều này có thể là dấu hiệu cho sự gia tăng kích thước của chúng theo thời gian (Hình 2a-f).

Hình dạng: Hình dạng của các vết nứt là đa dạng và phức tạp. Ngoài các vết nứt dạng đường ngang, dọc, chữ V và chữ Y, chúng còn bao gồm các vết nứt có hình dạng mạng lưới, vết nứt dạng mối nối tiếp hoặc vết nứt tạo thành các mô hình hình học khác nhau (vết chân chim). Các đường nét của các vết nứt có thể cong, uốn lượn, hoặc thẳng đứng, tuỳ thuộc vào môi trường cụ thể. Một số vết nứt hơi lớn có thể hiển thị dấu vết của sự biến dạng trong cấu trúc.

Nền tường: Môi trường xung quanh các vết nứt có sự biến đổi về mức độ nhiễu và sự hiện diện của các yếu tố khác nhau. Có thể thấy sự xuất hiện của các vết sơn bong tróc, bụi bẩn, hoặc thậm chí là sự biến đổi về màu sắc trên bề mặt tường (Hình 2c-e). Những yếu tố này có thể tạo ra thách thức cho việc phân tích các vết nứt và đòi hỏi sự cân nhắc cẩn thận trong quá trình đánh giá.

Màu sắc nền: Màu sắc của nền tường xung quanh các vết nứt cũng đa dạng và có sự khác biệt. Có thể thấy màu trắng, màu xám, xanh với mức độ khác nhau trên các vùng xung quanh vết nứt. Màu sắc này phụ thuộc vào vị trí cụ thể, điều kiện môi trường trong từng trường hợp, và nó có thể thay đổi theo thời gian do tác động của thời tiết và môi trường xung quanh công trình.

4.2. Kết quả

Chương trình xử lý ảnh được phát triển trên ngôn ngữ lập trình R dựa theo sơ đồ quy trình thực hiện đã đề cập. Các ảnh cấp độ xám được tạo ra từ ảnh gốc cho thấy được tính toàn vẹn thông tin và hình ảnh vết nứt vẫn được thể hiện rõ ràng (Hình 3a-b). Thông qua việc lấy giá trị trung bình từ ba kênh ảnh và nhiễu của nền tường cũng đã được giảm bớt. Kết quả này sẽ góp phần hạn chế nhiễu trong bước tách dữ liệu tiếp theo.

Trong giai đoạn tiếp theo, bộ lọc Sobel được áp dụng để làm nổi bật hình ảnh đường viền vết nứt. Kết quả cho thấy hình ảnh pixel thuộc đường viền vết nứt được thể hiện rõ nét hơn rất nhiều so với nền (Hình 3c-d). Kết quả tổng hợp từ 2 cửa sổ lọc cho thấy hình ảnh toàn vẹn của nhiều vết nứt theo các phương khác nhau (Hình 3e, Hình 4). Thậm chí các vết nứt nhỏ hiển thị trên nền tường có bề rộng nhỏ hơn 1mm vẫn được thể hiện.

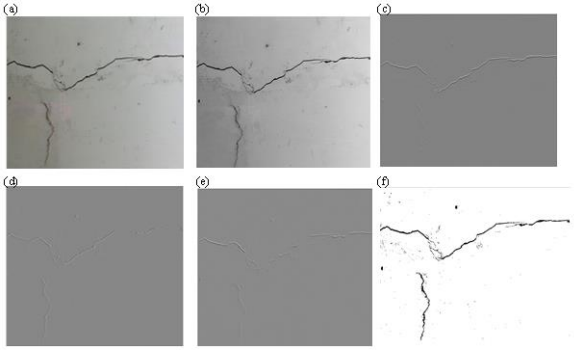
Sau khi có hình ảnh được hiệu chỉnh, giá trị nhiễu trên nền ảnh đã được khử khá nhiều. Giải thuật Otsu được áp dụng để tạo ngưỡng phân loại tự động cho từng tờ ảnh. Kết quả cho thấy hầu hết các vết nứt đều được xác định tự động trên ảnh, kể cả những vết nứt trên ảnh có nền bị nhiễu nhiều do các vết ố hay nền không đều màu. Bộ lọc Sobel tăng cường giá trị hiển thị của các pixel thuộc vết nứt làm giảm giá trị của các pixel nền nơi có sự chênh lệch giá trị cấp độ xám không lớn. Do đó, các hình ảnh vết nứt từ đơn giản đến các vết nứt có hình dạng phức tạp đều được tách lọc dễ dàng và ít dữ liệu nhiễu.

Từ kết quả trích lọc vết nứt cho thấy, các vết nứt lớn hơn 1 mm được trích lọc rõ nét với độ chính xác cao, các pixel bên trong vết nứt cũng được trích lọc (Hình 4a-f). Đối với các vết nứt nhỏ dưới 1 mm, có hình dạng phức tạp một số vị trí không thể trích xuất do đặc trưng

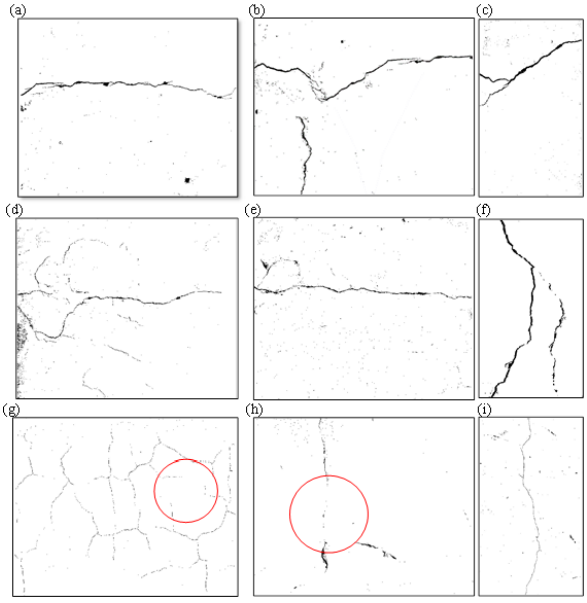
hình dạng của vết nứt và hướng phát triển vết nứt là hướng xiên nên bộ lọc Sobel không phát huy được tác dụng (Hình 4g). Nhìn chung các vết nứt được trích xuất thể hiện đủ đặc trưng như chiều dài, chiều rộng, hình dạng được thể hiện trên ảnh. Việc này chứng tỏ các vết nứt được trích xuất đúng. Kết quả này cung cấp thông tin hữu ích để phân tích tính nghiêm trọng của vết nứt và đưa ra quyết định về việc sửa chữa hoặc thay thế.

Tuy nhiên, việc mất thông tin vết nứt từ quá trình trích xuất là điều không thể tránh khỏi. Từ kết quả cho thấy, các vết nứt nhỏ hoặc các vết nứt theo hướng xiên dễ dàng bị mất thông tin nhất. Dựa trên kết quả mẫu số 8 được ghi nhận với độ phân giải ảnh kém hơn các mẫu còn lại nên tồn tại việc trích lọc thiếu thông tin vết nứt ngay vị trí ngã ba (Hình 4h). Tuy nhiên xét về tổng thể thì đường nét và hình dáng của vết nứt vẫn được đảm bảo.

Dữ liệu mẫu thực nghiệm gồm 9 tấm ảnh được thu thập từ phía bên ngoài các công trình. Kết quả cho thấy tất cả các vết nứt đều được trích xuất thành công. Một số hình ảnh sau khi trích xuất vết nứt còn chứa dữ liệu nhiễu dạng muối tiêu. Tuy nhiên nhìn chung kết quả là khả quan và đáng tin cậy. Những pixel nhiễu được kỳ vọng sẽ bị loại bỏ trong nghiên cứu tiếp theo khi tiến hành tự động vẽ lại hình dáng vết nứt.



Hình 3: Kết quả tách vết nứt của mẫu 2. (a) Ảnh gốc, (b) anh cấp độ xám, (c) Kết qủa áp dụng bộ lọc Sobel theo phương x, (d) Kết qủa áp dụng bộ lọc Sobel theo phương y, (e) Hình ảnh vết nứt được tăng cường và (e) Hình ảnh vết nứt được nhận diện



Hình 4: Kết quả tách vết nứt của tất cả các mẫu. Vùng không tách được vết nứt được thể hiện trong vòng tròn đỏ

5. Kết luận

Trong bài viết này, chúng tôi đã đề xuất một phương pháp tự động tách vết nứt từ ảnh bằng cách kết hợp hai thuật toán quan trọng là dò tìm cạnh và phân ngưỡng hình ảnh. Bước đầu tiên của phương pháp là tính giá trị ảnh cấp độ xám từ trung bình các giá trị RGB của ảnh màu. Sau đó, chúng tôi áp dụng bộ lọc Sobel để xác định các vùng có biên độ thay đổi lớn trong hình ảnh theo các hướng ngang, dọc và xiên. Kết quả là một ảnh cấp độ xám, trong đó các biên cạnh của vết nứt nổi bật. Tiếp theo, phân ngưỡng Otsu được sử dụng để tự động xác định ngưỡng phù hợp cho từng tấm ảnh, từ đó tách vết nứt khỏi nền của ảnh. Kết quả này cho thấy vết nứt được tách rõ ràng và hiệu quả khỏi nền của ảnh gốc trong tất cả

các tình huống được nghiên cứu. Phương pháp này cũng có khả năng nhận diện các vết nứt nhỏ có bề rộng 1 mm và dễ dàng nhận diễn các vết nứt có bề rộng xấp xỉ 5 mm. Mặc dù độ chính xác của phương pháp còn phụ thuộc vào độ phân giải của ảnh và hướng chụp ảnh. Với bộ lọc kích thước 3 x 3 được đề cập vết nứt cần có bề rộng ít nhất 2 pixel ảnh để được nhận diện. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng được ứng dụng trong việc quản lý và sửa chữa bề mặt công trình.❍

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

[1]. B. Jähne, H. S. (1999). *Principles of filter design.* n Handbook of Computer Vision and Applications. Academic Press.

[2]. Minh-Vuong Pham, Y.-S. H.-T. (2023). *Automatic detection and measurement of ground crack propagation using deep learning networks and an image processing technique.* Measurement.

[3]. Otsu, N. (1979). *A threshold selection method from gray-level histograms.* IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 9 (1): 62–66. doi:10.1109/TSMC.1979.4310076.

[4]. Sachin Sreedhara, T. J. (2022). *Practical Application of Digital Image Processing in Measuring Concrete Crack Widths in Field Studies.* Practice Periodical on Structural Design and Construction.

[5]. Su, T.-C. (2020). *Assessment of Cracking Widths in a Concrete Wall Based on TIR Radiances of Cracking.* Sensors 20(17), DOI: 10.3390/s20174980.❍

Summary

Automatic detection and segmentation of cracks on a brick wall from images by combining sobel filter and otsu threshold

Phan Thi Anh Thu, Trinh Đinh Vu

Department of Geomatics Engineering, Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology-VNU HCM

Vietnam National University Ho Chi Minh City

This research focuses on the problem of detecting cracks on plastered brick wall surfaces. Cracks can cause damage and pose serious risks. The study proposes an automated method to address this issue, using two key algorithms: edge detection and image segmentation. The method begins by converting the color image into a grayscale image and then applies the Sobel filter to identify regions with significant changes in edge magnitude. The result is a grayscale image with the cracks' edges highlighted. Subsequently, the method uses the Otsu thresholding algorithm to automatically determine the appropriate threshold for each image, effectively separating the cracks from the background. Experimental images captured cracks of various sizes and shapes, with crack widths ranging from a maximum of 5 mm to approximately 1 mm minimum, captured by Iphone 13. The results of the study demonstrate that this method efficiently detects and segments cracks, capable of identifying both large and small cracks. The research results suggest that the proposed method has potential applications in maintenance and repair to enhance the aesthetics of building surfaces. However, the accuracy of the results depends on the resolution and angle of image capture.❍

Keywords: Sobel filter, Otsu's method, crack extraction