Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ
Phần A: Khoa học tự nhiên, Công nghệ và Môi trường
ISSN 1859-2333 | e-ISSN 2815-5599

*DOI:10.22144/ctujos.2026.145*

# XÂY DỰNG CÔNG CỤ NHẬN DIỆN DÒNG CHẢY RÚT XA BỜ TRÊN NỀN TẢNG TRỰC TUYẾN

Lê Thị Hòa Bình* và Đặng Đồng Nguyên
*Phân hiệu Trường Đại học Thủy Lợi, Việt Nam*
**Tác giả liên hệ (Corresponding author): binhlth@tlu.edu.vn*

***Thông tin chung (Article Information)***

*Nhận bài (Received): 01/12/2025*
*Sửa bài (Revised): 18/01/2026*
*Duyệt đăng (Accepted): 19/06/2026*

***Title:*** *Developing an online platform for identifying rip currents*

***Author(s):*** *Le Thi Hoa Binh* and Dang Dong Nguyen*

***Affiliation(s):*** *Thuyloi University – Southern Campus, Viet Nam*

**TÓM TẮT**

*Dòng chảy rút xa bờ được coi là một trong những mối nguy hiểm hàng đầu tại các bãi biển ở Việt Nam và trên toàn thế giới. Hằng năm, dòng chảy rút xa bờ đã cướp đi những sinh mạng của nhiều người tắm biển, kể cả những người biết bơi. Trong nghiên cứu này, một công cụ nhận diện dòng chảy rút xa bờ thân thiện với người sử dụng đã được phát triển thông qua việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo. Thuật toán phát hiện đối tượng có năng lực dự đoán được vị trí chính xác có khả năng xuất hiện dòng chảy rút xa bờ. Kết quả truy xuất dòng Rip dưới dạng hình ảnh và video từ việc ứng dụng tương đối chính xác với trị số đánh giá mAP50 đạt 82%. Từ đó, việc sử dụng công cụ giúp nâng cao nhận thức của cộng đồng về dòng chảy rút và góp phần đảm bảo an toàn hơn cho du khách và người dân địa phương ven biển.*

***Từ khóa:*** *Bơi an toàn, dòng chảy rút xa bờ, rủi ro ven biển*

**ABSTRACT**

*Rip currents are considered one of the primary hazards at beaches in Vietnam and worldwide. Annually, rip currents have claimed the lives of numerous swimmers, including proficient swimmers. This research has developed a user-friendly rip current detection tool through the application of artificial intelligence. The object detection algorithm can accurately predict where rip currents are likely to occur. The app's rip current retrieval results from images and videos show high accuracy, with an mAP50 value of 82%. Consequently, this contributes to raising public awareness regarding rip currents and enhancing safety for tourists and local coastal communities.*

***Keywords:*** *Coastal risks, rip currents, safe swimming*

## 1. GIỚI THIỆU

Dòng chảy rút xa bờ hay còn được gọi với nhiều tên gọi khác như là dòng chảy rút xa bờ, dòng rút bờ, dòng chảy xoáy, ao xoáy, dòng Rip (tiếng Anh là Rip current), được coi là một trong những mối nguy hiểm hàng đầu tại các bãi biển ở Việt Nam cũng như trên toàn thế giới. Đây là một luồng nước mạnh chảy theo hướng vuông từ bờ ra biển với vận tốc lên đến 2,5 m/s và có thể cuốn trôi người tắm biển ra xa đến 120 m (Mầu, 2015; Xuân, 2009). Dòng Rip thực sự là một hiện tượng tự nhiên nguy hiểm, có thể kéo trôi và nhấn chìm cả những người bơi rất giỏi.

Tại Mỹ, theo Hiệp hội cứu nạn (USLA) thống kê có khoảng 80% số vụ cứu hộ khi lướt sóng là do

dòng Rip gây ra và trung bình có khoảng 100 vụ tử vong do đuối nước mỗi năm (Brander, 2015), con số này vượt số ca tử vong do lũ lụt, bão và lốc xoáy. Riêng tại Úc, nơi ước tính có 17.000 dòng Rip xảy ra tại bất cứ thời điểm nào, có đến 89% vụ cứu hộ tại bờ biển là do dòng Rip gây ra, trong đó có hơn 21 vụ chết đuối hàng năm (Brighton et al., 2013). Tại Thổ Nhĩ kỳ, có 227 ca tử vong do đuối nước ghi nhận tại bờ biển Đen, trong giai đoạn từ năm 2007 đến 2013 mà nguyên nhân chính là do dòng Rip gây ra (Beji & Barlas, 2017).

Tại Việt Nam, các ca đuối nước được ghi nhận đều xảy ra tại hầu hết các bãi tắm địa phương trải dài khắp cả nước. Tuy nhiên, chưa có thống kê chính thức về số ca đuối nước có nguyên nhân do dòng Rip gây ra trên quy mô cả nước. Mầu (2015) đã tiến hành thống kê sơ bộ các vụ đuối nước do tắm biển tại các bãi tắm du lịch tại Nghệ An, Quảng Bình, Thừa Thiên – Huế, Đà Nẵng, Phú Yên, Khánh Hòa, Bình Thuận, Bà Rịa – Vũng Tàu, thông qua phương pháp thu thập thông tin từ người dân địa phương, cơ quan cứu hộ, các trang thông tin điện tử trong nước. Kết quả thống kê của Mầu (2015) cho thấy các tai nạn về đuối nước xảy ra khắp cả nước. Ví dụ như tại Nha Trang, trong giai đoạn từ 2007 đến 2010, có tổng cộng 120 vụ tai nạn do tắm biển, trong đó có 13 vụ tử vong. Trong khi đó, tại thành phố Vũng Tàu, lực lượng cứu hộ đã cứu được 900 trường hợp trong năm 2008. Các tai nạn này chủ yếu do lật phao, trôi phao và lọt vào vòng xoáy.

Từ những thập niên 40 - 50 của thế kỷ trước, các nhà khoa học trên thế giới đã có những nghiên cứu chuyên sâu về dòng Rip, như tìm hiểu cơ chế hình thành, cách phát hiện dòng Rip, mô phỏng dòng Rip, v.v. Các nghiên cứu đầu tiên về dòng Rip có thể kể đến như của Shepard et al. (1941), Shepard and Inman (1950), Bowen and Inman (1969), Longuet-Higgins (1970). Các nghiên cứu này tập trung vào cơ chế hình thành dòng Rip, nghiên cứu dòng Rip ở thực địa hay tìm ra mối liên hệ giữa sóng đổ nhào và dòng Rip.

Gần đây, kết quả nghiên cứu của nhóm các nhà khoa học Rampal et al. (2022) tại New Zealand đã phát triển một công cụ phát hiện dòng Rip tiên tiến nhất bằng cách sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và phương pháp học sâu (Deep learning). Công cụ này cho thấy độ chính xác khoảng 90% khi phát hiện dòng chảy xa bờ trong video và hình ảnh trong các thử nghiệm. Nhóm nghiên cứu hy vọng với công nghệ này, dòng Rip sẽ được phát hiện kịp thời và phát cảnh báo lập tức đến cho mọi người. Các công cụ tương tự để phát hiện dòng Rip cũng được tìm thấy qua các nghiên cứu của Zhu et al. (2022), Qi et al. (2023) và Ishikawa et al. (2024). Kết quả các nghiên cứu trên đều cho thấy khả năng dự đoán dòng Rip có độ tin cậy khá cao. Tuy nhiên, mặt hạn chế chung là chưa phát hiện được người hay vật bị mắc vào vùng ảnh hưởng của dòng Rip.

Các nghiên cứu về dòng Rip của các nhà khoa học tại Việt Nam hiện nay cũng chưa nhiều. Có thể vì việc nghiên cứu, khảo sát dòng Rip một cách bài bản là rất khó, đòi hỏi nhiều thiết bị, bên cạnh đó sự xuất hiện của dòng Rip cũng phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố (Vinh & Hoàng, 2015). Các nghiên cứu về dòng Rip tại Việt Nam có thể kể đến như giới thiệu tổng quan về dòng Rip trên thế giới và Việt Nam của Mầu (2015), Vinh và Hoàng (2015), nghiên cứu sơ bộ về dòng Rip tại khu vực Bãi Dài thuộc tỉnh Khánh Hòa của Thảo (2013), nguy cơ xuất hiện dòng Rip tại Đà Nẵng của Bảy và Tiến (2018), nghiên cứu về sự xuất hiện dòng Rip tại bãi tắm Hà My tỉnh Quảng Nam của Mầu và ctv. (2019), hoặc nghiên cứu thực trạng dòng chảy xiết và đề xuất một số biện pháp phòng tránh tại các bãi tắm tại thành phố Hải Phòng (Hữu và ctv., 2025). Tại khu vực Bãi Sau, thành phố Vũng Tàu, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu nhóm các nhà khoa học Công và Quang (2019) đã thực hiện nghiên cứu dòng chảy rút xa bờ và cung cấp công nghệ cảnh báo nhằm nâng cao an toàn cho khu vực này. Phương pháp giải đoán dòng quang từ tín hiệu camera giám sát bãi biển đã được sử dụng trong nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng dòng Rip tại Vũng Tàu chịu chi phối từ sóng, chế độ thủy triều và dòng chảy từ sông ra. Các dòng Rip này di chuyển theo tốc độ trung bình khoảng 5 – 10 m/ngày đêm, mật độ khoảng 5 – 10 dòng Rip/km và mật độ tăng dần từ khu vực Cửa Lấp đến Mũi Nghinh Phong.

Với đường bờ biển dài hơn 3.200 km, các hoạt động tắm biển và vui chơi trên bãi biển đã trở thành một nét quen thuộc gắn liền với những người dân các địa phương ven biển và với cả khách du lịch. Việc nghiên cứu phát hiện dòng Rip hiện nay là cực kỳ cấp thiết vì nó liên quan trực tiếp đến sự an toàn của con người khi tham gia hoạt động tại biển. Mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng công cụ trực tuyến có giao diện thân thiện, dễ sử dụng, giúp người dùng đăng tải những hình ảnh và video để có thể tự nhận diện được dòng chảy xa bờ ở bất cứ nơi đâu mà không cần hệ thống cảnh báo hiện hữu. Kỹ thuật thị giác máy tính được sử dụng để xây dựng mô hình nhận diện dòng chảy rút xa bờ và đưa ra cảnh báo cho người sử dụng.

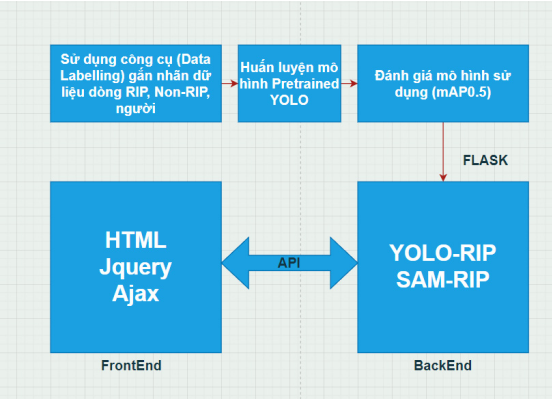
## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU

### 2.1. Dữ liệu

Trong nghiên cứu này, các dữ liệu về hình ảnh và video được thu thập từ nhiều nguồn công khai khác nhau liên quan đến dòng Rip và không phải dòng Rip (Non-Rip). Cụ thể, có 2.942 hình ảnh liên quan đến dòng Non-Rip và 2.466 tấm ảnh dòng Rip đã được thu thập để sử dụng (Dumitriu et al., 2023). Bên cạnh đó, nhiều hình ảnh và video liên quan đến dòng Rip ở Việt Nam cũng được sử dụng trong nghiên cứu này.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, kỹ thuật thị giác máy tính được áp dụng vào việc nhận diện dòng chảy rút xa bờ. Phương pháp nghiên cứu được thực hiện với các bước như trình bày tại Hình 1.




**Hình 1. Sơ đồ phương pháp luận**

**Bước 1: Thu thập và gắn nhãn dữ liệu**

Các hình ảnh và video đã được thu thập từ các mã nguồn mở được gắn nhãn bởi công cụ LabelImg (Tzutalin, 2023). Bên cạnh đó, hình ảnh của con người đang hoạt động thể thao dưới nước cũng được gắn nhãn. Dữ liệu sau khi gán nhãn được chia thành 2 tập để huấn luyện và kiểm tra, trong đó 70% dữ liệu dùng cho huấn luyện và 30% dữ liệu dùng cho kiểm tra.

**Bước 2: Huấn luyện mô hình và đánh giá mô hình**

Mô hình YOLO (phiên bản YOLOv8) được sử dụng để huấn luyện nhận diện dòng Rip từ các nguồn hình ảnh và video. Mô hình YOLO được phát triển bởi Joseph Redmon và cộng sự vào năm 2015. Mô hình YOLO là một trong những mô hình phổ biến trong lĩnh vực nhận dạng đối tượng trong thời gian thực. Tiếp theo, mô hình SAM (Segment Anything Model) được dùng để xác định vùng ảnh hưởng của đối tượng sau khi được đánh giá bằng YOLO. SAM được Meta AI công bố vào tháng 4 năm 2023 trong dự án "Segment Anything" với vai trò là một foundation model có thể phân đoạn vật thể trong ảnh sử dụng Prompt.

Trong nghiên cứu này, chỉ số mAP50 (Mean Average Precision) được dùng để đánh giá mô hình. Chỉ số này là thang đo đánh giá độ chính xác chung của mô hình nhận dạng. Nếu chỉ số này càng cao chứng tỏ hiệu quả làm việc của mô hình trong nhận dạng càng tốt và ngược lại. Công thức mô tả bởi phương trình sau:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

$$mAP = \frac{\sum_{i=1}^{n} \int_0^1 P_i(R_i) dR_i}{N} \quad (3)$$

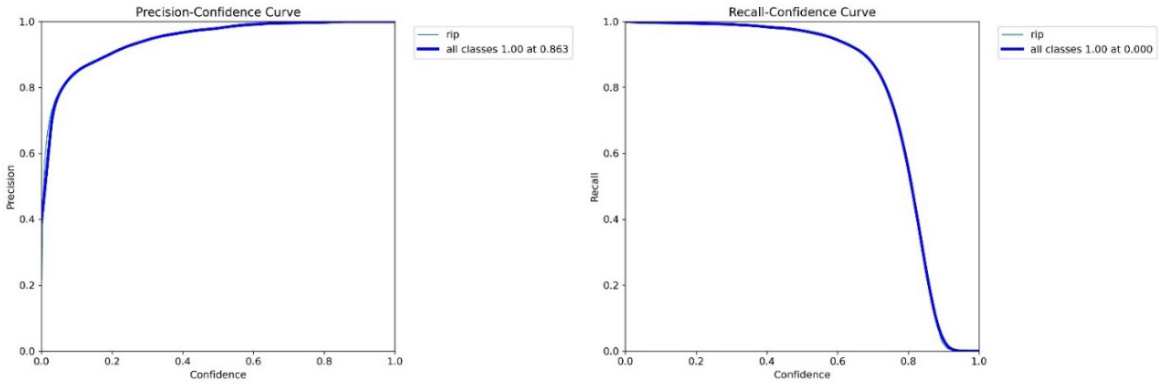
Trong đó: P (Precision) là độ chính xác, R (Recall) là độ nhạy, TP là số lượng các mẫu nhận dạng đúng đối tượng, FP là số lượng các mẫu nhận dạng nhầm đối tượng, FN là số lượng các mẫu bị bỏ sót trong quá trình nhận dạng, N là tổng số lượng mẫu nhận dạng.

**Bước 3: Phát triển ứng dụng trên nền tảng trực tuyến**

Mô hình sau khi được đánh giá là có độ tin cậy cao sẽ được triển khai trên nền tảng website bằng việc sử dụng framework Flask. Python và HTML được sử dụng để viết giao diện cho phép người dùng tải lên hình ảnh hoặc video để phân tích. Sau khi có kết quả, hình ảnh hoặc video đã được xử lý và hiển thị trên giao diện website.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mô hình YOLOv8 đã được đào tạo để phát hiện Rip với độ tin cậy cao. Việc sử dụng tập dữ liệu đa dạng và đúng đắn đã giúp nâng cao khả năng phát hiện. Mô hình SAM đã được đào tạo để phân đoạn chính xác các vùng Rip trong hình ảnh. Việc kết hợp các mặt nạ phân đoạn đã tạo ra kết quả phân đoạn chính xác. Kết quả truy xuất dòng Rip dưới dạng hình ảnh và video tương đối chính xác với giá trị mAP50 đạt 82%.

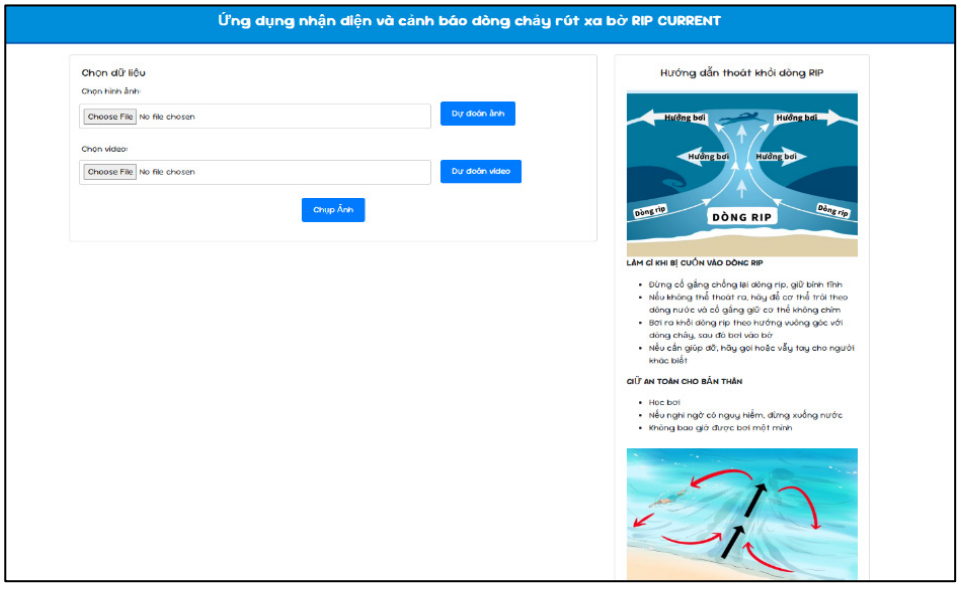



**Hình 2. Biểu đồ đánh giá sai số của mô hình YOLOv8**

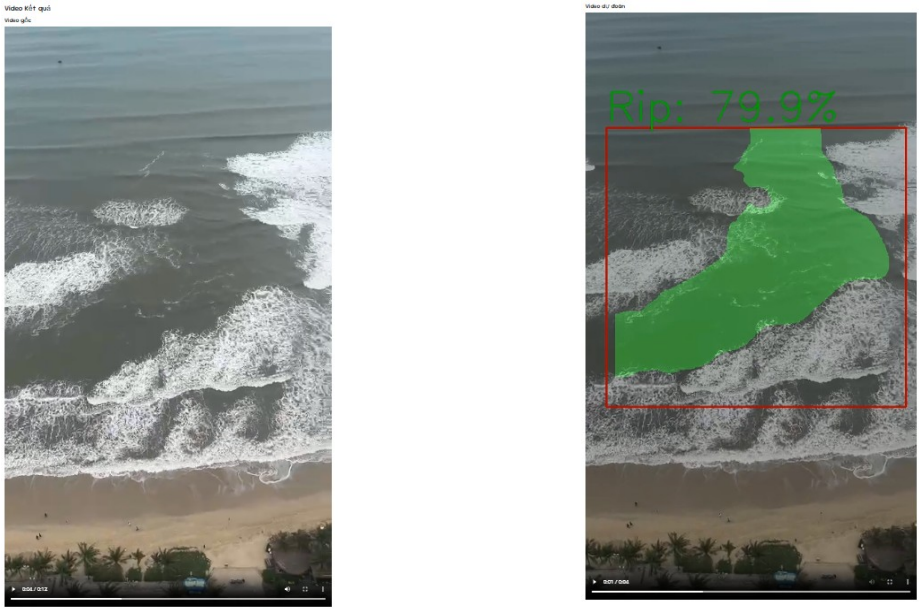
Trong nghiên cứu này, giao diện website cũng đã được phát triển để hiển thị kết quả phát hiện dòng Rip (*https://rcd.phuongnamdts.com*). Giao diện bao gồm các chức năng như đăng tải hình ảnh hoặc video gốc từ thiết bị để cung cấp bối cảnh. Ngoài ra, ứng dụng cũng cho phép người dùng sử dụng thiết bị di động để chụp ảnh vùng nghi ngờ có khả năng là dòng Rip (Hình 3). Kết quả đầu ra được thể hiện dưới dạng hình ảnh với các hộp giới hạn để chỉ ra vị trí của dòng Rip, cũng như hiển thị vùng ảnh hưởng của dòng Rip.

Ứng dụng trực tuyến này cũng trình bày kết quả thể hiện video người dùng đăng tải và kết quả dự đoán từ mô hình. Cụ thể, ứng dụng cho phép người dùng đăng tải video với dung lượng không giới hạn và trả kết quả về nhận diện dòng Rip và vùng ảnh hưởng của chúng. Vùng nhận diện được thể hiện bằng hộp màu đỏ và vùng ảnh hưởng được thể hiện màu xanh lá như Hình 4 và Hình 5. Ngoài khả năng dự đoán dòng Rip, ứng dụng còn cung cấp thêm tính năng phát hiện người hoặc vật thể đang ở vùng ảnh hưởng của dòng Rip.

Kết quả thể hiện trong Hình 4 từ video thử nghiệm của nhóm tác giả quay tại bãi biển Đà Nẵng, với khả năng 79,9% là dòng Rip. Hình 5a và Hình 5b được trích xuất từ tệp kiểm tra để làm rõ tính năng phát hiện vật thể hoặc người. Cụ thể, trong Hình 5b, ứng dụng đã dự đoán được trong hình ảnh đăng tải có 81,9% khả năng là dòng Rip và phát hiện ra có 4 vật thể đang mắc kẹt vào vùng nguy hiểm với khả năng là con người lần lượt là 45,5%, 43,4%, 39,4% và 28,2%. Ngoài ra, giao diện website cũng cung cấp những cách bơi thoát thân khi không may vướng vào dòng Rip.



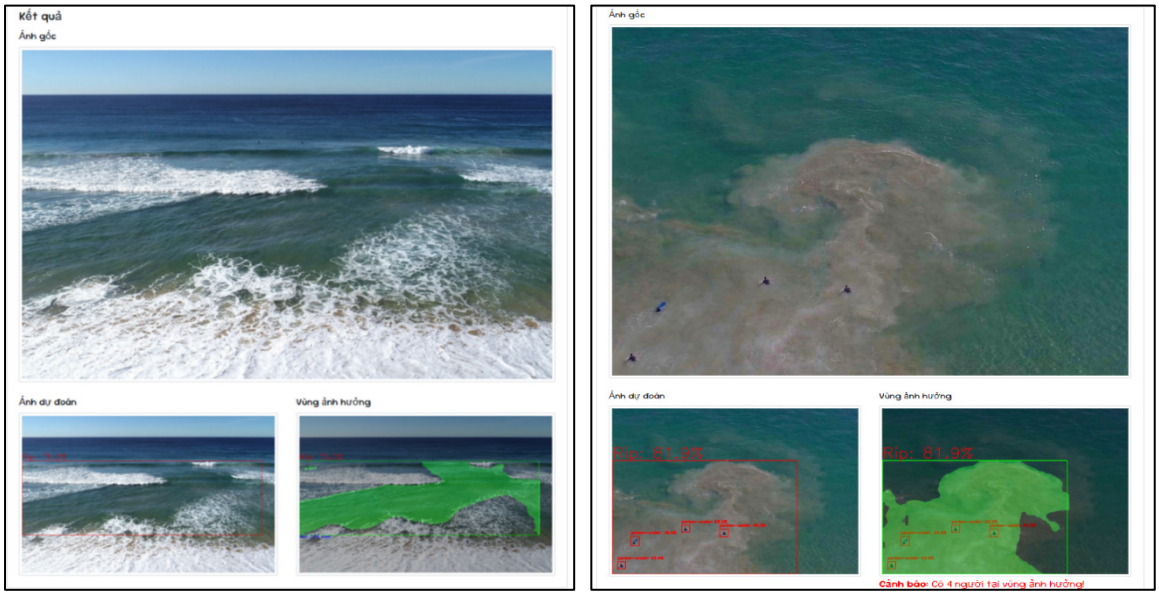

**Hình 3. Giao diện của Website nhận diện dòng Rip**




**(a)** **(b)**

**Hình 4. Các kết quả dự đoán thông qua video tại bờ biển ở Đà Nẵng**

*Ghi chú: (a) hình ảnh trong video gốc và (b) dự đoán 79,9% là dòng Rip.*




**(a)** **(b)**

**Hình 5. Kết quả nhận diện dòng Rip**

*Ghi chú: (a) thông qua hình ảnh, với khả năng 75% là dòng Rip; (b) thông qua video, với khả năng 81,9% là dòng Rip và những người đang trong vùng nguy hiểm.*

## 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong nghiên cứu này, kỹ thuật thị giác máy tính đã được sử dụng trong việc phát triển mô hình nhận diện và xác định vùng ảnh hưởng của dòng chảy rút xa bờ. Kết quả truy xuất dòng Rip dưới dạng hình ảnh và video tương đối chính xác với giá trị mAP50 đạt 82%. So với các nghiên cứu khác trên thế giới về dự đoán dòng Rip, kết quả của nghiên cứu là đáng tin cậy để có thể triển khai hệ thống cảnh báo hỗ trợ quản lý an toàn các hoạt động tắm biển. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu còn cung cấp một ứng dụng tương tác với người dùng trên nền tảng trực tuyến cho phép mọi người đăng tải hình ảnh và video. Kết quả truy xuất là kết quả dự đoán và xác định vùng ảnh hưởng của dòng Rip. Mô hình còn được mở rộng để phát hiện con người và đếm số lượng người xuất hiện trong vùng nguy hiểm. Việc này có ý nghĩa hết sức quan trọng trong việc cảnh báo nguy hiểm cho những người tham gia các hoạt động như tắm biển. Kết quả từ nghiên cứu này sẽ cung cấp thông tin hữu ích cho lực lượng cứu hộ cứu nạn vùng biển để lên phương án khoanh vùng nguy hiểm và có những cảnh báo kịp thời cho người tắm biển.

Kiến nghị được đưa ra trong nghiên cứu là tiếp tục thu thập thêm dữ liệu dòng Rip ở các vùng biển thuộc Việt Nam để tăng cường tập dữ liệu huấn luyện và kiểm tra. Dữ liệu đa dạng này sẽ giúp mô hình hoạt động tốt hơn trong nhiều tình huống thực tế nếu được áp dụng tại Việt Nam. Việc phát triển giao diện huấn luyện mô hình trên nền tảng trực tuyến cần được thực hiện để cung cấp thêm tính năng như lựa chọn mô hình, tải nhiều hình ảnh hoặc video và hiển thị kết quả chi tiết hơn. Thêm vào đó, việc thực nghiệm thí điểm ứng dụng mô hình cho một khu vực ven biển Việt Nam cũng cần được tiến hành để đánh giá tính ổn định, độ tin cậy và khả năng áp dụng trong môi trường thực tế.

## LỜI CẢM TẠ

Nghiên cứu này được Trường Đại học Thủy lợi hỗ trợ thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, mã số CS2025-37 với tên đề tài: “Xây dựng mô hình nhận diện và cảnh báo dòng Rip”.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bảy, N. T., & Tiến, P. V. (2018). Nguy cơ dòng Rip ven biển Đà Nẵng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, *1*(122), 1-6.

Beji, S., & Barlas, B. (2017). Rip currents across the shores of the Black Sea. *Black Sea Marine Environment: The Turkish Shelf*, (46), 114-131.

Bowen, A. J., & Inman, D. L. (1969). Rip currents: 2. Laboratory and field observations. *Journal of Geophysical Research*, *74*(23), 5479-5490. https://doi.org/10.1029/JC074i023p05479

Brander, R. W. (2015). Rip currents. In B. Castelle, T. Scott, R. Brander, & R. McCarroll (Eds.), *Coastal and marine hazards, risks, and disasters* (pp. 335-379). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396483-0.00012-1

Brighton, B., Sherker, S., Brander, R., Thompson, M., & Bradstreet, A. (2013). Rip current related drowning deaths and rescues in Australia 2004–2011. *Natural hazards earth system sciences*, *13*(4), 1069-1075. https://doi.org/10.5194/nhess-13-1069-2013

Công, M. V., & Quang, Đ. N. (2019). Nghiên cứu hiện tượng ao xoáy/dòng Rip và công nghệ cảnh báo nâng cao an toàn tắm biển tại khu vực Bãi Sau, thành phố Vũng Tàu. *Khoa học Kỹ thuật thủy lợi và Môi trường*, (67), 63-70.

Dumitriu, A., Tatui, F., Miron, F., Ionescu, R. T., & Timofte, R. (2023). Rip current segmentation: A novel benchmark and yolov8 baseline results. In L. O'Conner (Ed.), *The IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition 2023* (pp. 1261-1271). https://doi.org/10.1109/CVPRW59228.2023.00133

Hữu, L. T., Thu, T. T. T., Văn, V. B., Anh, T. T., Đắc, V. N., & Lê, Đ. N. (2025). Thực trạng dòng chảy xiết và đề xuất một số biện pháp phòng tránh tại một số bãi tắm tại thành phố Hải Phòng. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải*, *81*, 75-80.

Ishikawa, T., Shimada, R., & Komine, T. (2024). Analysis of rip current generation using ai-based detection data. *Coastal Engineering Proceedings*, (38), 35-35. https://doi.org/10.9753/icce.v38.papers.35

Longuet-Higgins, M. S. (1970). Longshore currents generated by obliquely incident sea waves: 1. *Journal of Geophysical Research*, *75*(33), 6778-6789. https://doi.org/10.1029/JC075i033p06778

Mầu, L. Đ. (2015). *Tổng quan tình hình nghiên cứu dòng Rip*. Viện Hải dương học.

Mầu, L. Đ., Nguyễn, V. T., Nguyễn, C. C., Trần, V. B., Phạm, B. T., Phạm, S. H., Ngô, Q. B. H., & Phan, T. H. T. (2019). Đặc điểm xuất hiện dòng Rip (Rip current) tại bãi tắm Hà My (Điện Bàn), Tam Thanh (Tam Kỳ) tỉnh Quảng Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, *19*(4A), 43-53. https://doi.org/10.15625/1859-3097/19/4A/14587

Qi, R., Qi, D.-H., & Zhu, X. (2023). Research on Rip Currents Detection Method Based on Improved YOLOv5s. *Journal of Computers*, *34*, 113-127. 10.53106/199115992023043402009

Rampal, N., Shand, T., Wooler, A., & Rautenbach, C. (2022). Interpretable deep learning applied to rip current detection and localization. *Remote Sensing*, *14*(23), 6048. https://doi.org/10.3390/rs14236048

Shepard, F., Emery, K., & La Fond, E. (1941). Rip currents: a process of geological importance. *The Journal of Geology*, *49*(4), 337-369. https://doi.org/10.1086/624971

Shepard, F., & Inman, D. L. (1950). Nearshore water circulation related to bottom topography and wave refraction. *Transactions American Geophysical Union*, *31*(2), 196-212. https://doi.org/10.1029/TR031i002p00196

Tzutalin. (2023). *LabelImg.* https://github.com/byhqsr/tzutalin-labelImg

Xuân, N. B. (2009). Tổng quan về tình hình nghiên cứu hiện tượng dòng rip (rip current) tại các bãi biển Việt Nam và trên thế giới. *Khoa học và Công nghệ biển, 9*(4), 39-50.

Zhu, D., Qi, R., Hu, P., Su, Q., Qin, X., & Li, Z. (2022). YOLO-Rip: A modified lightweight network for Rip currents detection. *Frontiers in Marine Science*, *9*, 930478. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.930478

Thảo, P. T. P. (2013). Kết quả sơ bộ nghiên cứu dòng rip khu vực Bãi Dài, Cam Ranh, Khánh Hòa, Việt Nam. *Kỷ yếu hội nghị Biển Đông 2012* (trang 144-153).

Vinh, B. T., & Hoàng, L. M. (2015). Tham luận khoa học: Kinh nghiệm phòng chống dòng rip (ao xoáy) trên thế giới và đề xuất giải pháp ứng dụng cho bãi sau thành phố Vũng Tàu. *Kỷ yếu hội thảo khoa học: Dòng RIP/Ao xoáy, nguyên nhân và giải pháp khắc phục 2015* (trang 1-24).