

## **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**

**Mai Văn Công<sup>1</sup>, Đinh Nhật Quang<sup>1</sup>**

**Tóm tắt:** Khu vực Bãi Sau, thành phố Vũng Tàu là địa điểm du lịch nổi tiếng ở Việt Nam với bãi tắm dài và đẹp, số ngày nắng trong năm nhiều, thu hút một số lượng lớn khách du lịch trong và ngoài nước. Hoạt động tắm biển từ lâu là một hoạt động vui chơi, được nhiều người yêu thích của du khách khi đến khu vực này, tuy nhiên nguy cơ tai nạn có thể xảy ra bất cứ lúc nào khi đang tận hưởng niềm vui tắm biển nếu không may gặp phải “ao xoáy” (hay còn có tên gọi là dòng Rip, rip currents). Mặc dù, công tác cứu hộ và cảnh báo dòng Rip tại bãi biển này được đặc biệt quan tâm trong những năm gần đây, tuy nhiên những tai nạn đáng tiếc có nguyên nhân chính là dòng Rip vẫn xảy ra. Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu ban đầu về tính chất, đặc trưng ao xoáy và công nghệ cảnh báo phát hiện ao xoáy tại khu vực Bãi Sau bằng phương pháp giải đoán dòng quang từ tín hiệu camera giám sát bãi biển. Kết quả nghiên cứu đã và đang từng bước được ứng dụng để hỗ trợ lực lượng cứu hộ trong việc giám sát nâng cao an toàn cho du khách tắm biển tại đây.

**Từ khóa:** Ao xoáy, dòng rips, dòng quang, an toàn bơi, camera giám sát bãi biển.

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Hiện tượng dòng Rip (rip currents) - hay còn gọi là ao xoáy, là hiện tượng xuất hiện một trường dòng chảy cục bộ từ bờ hướng ra biển được tạo ra do tương tác của các yếu tố thủy động lực biển như dòng chảy, sóng, thủy triều và địa hình bãi biển. Do vận tốc trung bình có thể lên tới 2 m/s, dòng Rip là một trong những hiện tượng thiên nhiên nguy hiểm nhất, có thể kéo trôi và nhấn chìm ngay cả những vận động viên bơi chuyên nghiệp.

Khu vực Bãi Sau của thành phố Vũng Tàu là địa điểm du lịch nổi tiếng ở Việt Nam với bãi tắm dài và đẹp, số ngày nắng trong năm nhiều. Thật không may, đây cũng là khu vực mà hiện tượng dòng Rip diễn ra thường xuyên và đe dọa trực tiếp đến vấn đề an toàn bơi (xem Hình 1). Mặc dù công tác cứu hộ và cảnh báo dòng Rip tại bãi biển này được đặc biệt quan tâm trong những năm gần đây, những tai nạn đáng tiếc có nguyên nhân chính là dòng Rip vẫn xảy ra. Chính quyền địa phương đã và đang rất nỗ lực trong công tác triển

khai lực lượng cứu hộ thường trực tại bãi biển nhưng công tác cứu hộ hiện tại còn gặp nhiều khó khăn do hạn chế về nguồn lực cũng như thiếu các công cụ và công nghệ hỗ trợ để nâng cao hiệu quả cảnh báo và cứu hộ.

Việc đảm bảo an toàn cho khách du lịch khi tắm biển ở thành phố Vũng Tàu đóng vai trò rất quan trọng trong định hướng phát triển ngành du lịch của tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Bởi vậy, việc đảm bảo nâng cao an toàn cho du khách trước nguy cơ rơi vào các khu vực ao xoáy khi tắm biển tại khu vực Bãi Sau đã và đang là vấn đề cấp thiết và cần phải được quan tâm và đầu tư đúng mức hơn.

Để đáp ứng được yêu cầu kể trên, ngoài việc nâng cao năng lực của lực lượng cứu hộ, cần thiết phải trang bị các công cụ hỗ trợ thông qua việc ứng dụng các phương pháp và công nghệ hiện đại. Việc ứng dụng các công nghệ hiện đại trong cảnh báo ao xoáy và giám sát nâng cao an toàn bơi đã chứng minh được tính hiệu quả tại các nước phát triển trên thế giới như Hà Lan, Mỹ, Tây Ba Nha, Úc và Pháp.

---

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy lợi



Hình 1. Ảnh chụp vệ tinh dòng Rip tại bãi biển Bãi Sau - Vũng Tàu

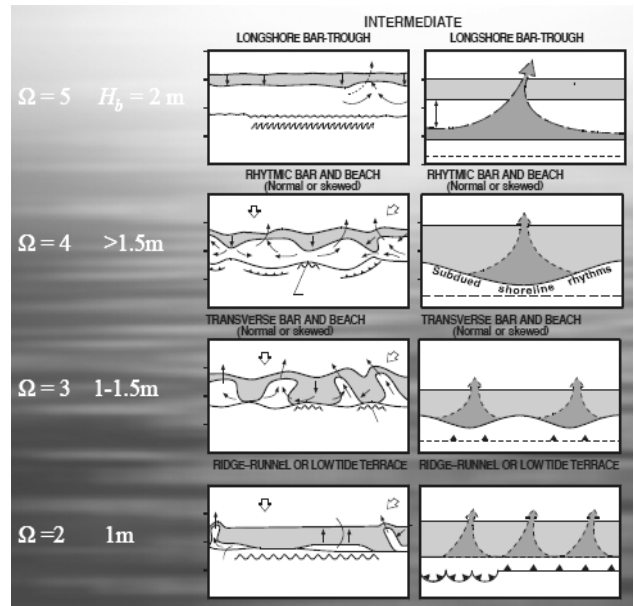
Bài báo này trình bày tóm tắt một số kết quả triển khai đề tài khoa học công nghệ cấp tỉnh “Dự án thí điểm ứng dụng công nghệ cảnh báo, phát hiện sớm ao xoáy/dòng Rip tại khu vực Bãi Sau, thành phố Vũng Tàu”. Bài báo tập trung phân tích quy luật hình thành, các đặc trưng và tính chất các ao xoáy và công nghệ cảnh báo ao xoáy theo phương pháp giải đoán dòng quang (optical flow) từ tín hiệu camera giám sát bãi biển, từ đó đưa ra các thông tin cảnh báo về sự xuất hiện và vị trí của ao xoáy tại khu vực Bãi Sau. Kết quả nghiên cứu đã và đang từng bước được ứng dụng để hỗ trợ lực lượng cứu hộ trong việc giám sát nâng cao an toàn cho du khách tắm biển tại đây.

## 2. PHÂN TÍCH QUY LUẬT HÌNH THÀNH VÀ DỊCH CHUYỂN CÁC AO XOÁY

### 2.1. Đặc trưng cơ bản về hình thái ao xoáy

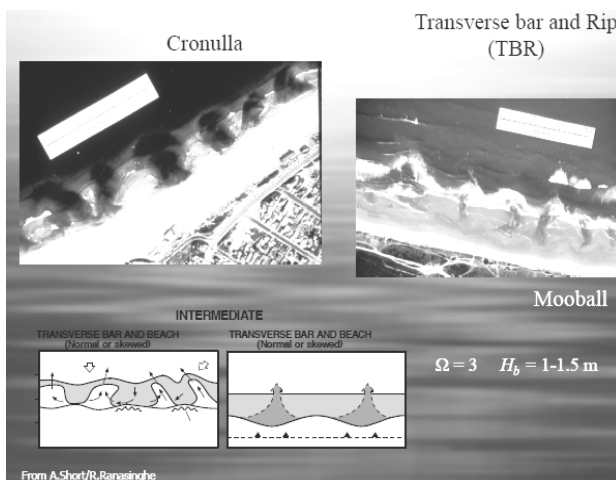
Tham số Dean (Dean-parameter), ký hiệu  $\Omega$ , là một tham số thực nghiệm hữu ích để mô tả hình thái bờ. Tham số này được giới thiệu bởi Gourlay

(1968) và sau đó được khai thác bởi Dean (1973) và bởi Wright and Short (1984).  $\Omega$  được xác định bằng  $H_s/(T_p \cdot \omega_s)$ , trong đó  $H_s$  là chiều cao sóng ý nghĩa tại đường sóng đỏ,  $T_p$  là chu kỳ sóng và  $\omega_s$  là độ thô thủy lực của bùn cát. Hình 2 thể hiện trạng thái chuyển tiếp của bãi biển qua các tham số  $\Omega$  (Bowen, 1969).

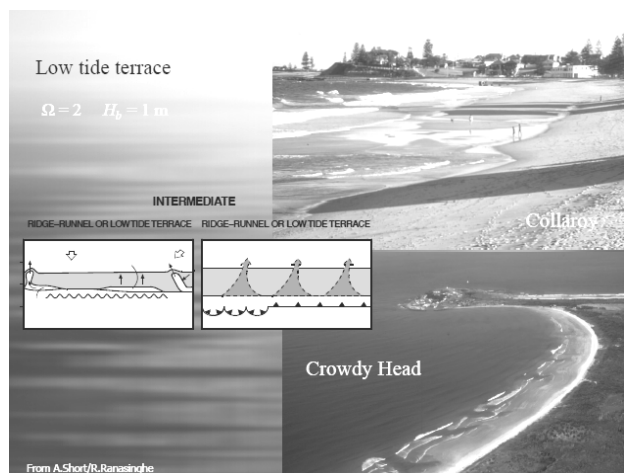


Hình 2. Trạng thái chuyển tiếp của bãi biển qua tham số  $\Omega$  (Bowen, 1969)

Hình 3 là các dạng bãi biển phổ biến tại Hà Lan tương ứng với  $\Omega$  bằng 3 (hình trái) và bằng 2 (hình phải).



Hình 3. Hình ảnh rãnh ao xoáy khi bãi biển có  $\Omega = 3$  và 2 (Dalrymple, 1978)



## 2.2. Địa hình bãi biển khu vực nghiên cứu

Đoạn bờ biển Bãi Sau có hướng Đông Đông Bắc đến Tây Tây Nam, nằm ở phía Nam tiểu vòng cung được ngăn cách bởi các mũi nhô ra biển như mũi Nghinh Phong (ở phía Tây Nam) và mũi Kỳ Vân (ở phía Đông Bắc). Các mũi này có thể xem như các kè tự nhiên khổng lồ nhô xa ra biển, tạo nên một sự ngăn cách trong sự dịch chuyển phù sa trong tiểu vòng cung. Ở giữa tiểu vòng cung có sông Cửa Lấp đổ vào.

Địa hình mặt bãi khá thoải và phẳng với các đường đẳng sâu chủ yếu chạy theo hướng song song với mép nước, với các bãi cạn tại cửa sông và phụ cận, đồng thời khu vực có độ sâu lớn thường áp sát vào các mũi nhô ra biển. Nếu lấy đường đẳng sâu 6 m đặc trưng cho các bãi cạn của bờ biển ta thấy: gần cửa Lấp đường đẳng sâu cách bờ gần 5 km; tại khu vực bãi Thù Vân đường đẳng sâu cách vạch bờ khoảng 500 m; tại vị trí gần các mũi Nghinh Phong và Kỳ Vân, đường đẳng sâu áp sát bờ và chỉ cách bờ 200 m.

Bãi biển Thù Vân bị xói lở vào thời kỳ gió mùa Tây Nam và được bồi lấp vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Vào thời kỳ gió mùa Tây Nam, sóng đào bới khu vực vạch bờ và bùn cát được dòng chảy ven bờ dịch chuyển lên phía Bắc và gây xói lở ở khu vực dọc bãi. Tại các khu vực có cao độ dưới mực nước biển trung bình, tác dụng của sóng và dòng chảy ven bờ đã gây nên sự xói lở và dịch chuyển ngang với kích thước từ 15 - 50 m và dịch chuyển thẳng đứng từ 0,5 - 0,8 m. Sự dịch chuyển này làm xuất hiện nhiều cồn cát nhỏ và nhiều hố sâu, ao xoáy xen kẽ nhau rất phức tạp và gây nguy hiểm cho người dân và khách du lịch tắm biển.

## 2.3. Phân tích quy luật hình thành và dịch chuyển các ao xoáy tại khu vực Bãi Sau dựa vào kết quả kết quả nghiên cứu khảo sát thực địa

Từ kết quả nghiên cứu khảo sát thực địa dọc chiều dài 10 km bãi biển thuộc Bãi Sau, qua các đợt khảo sát năm 2015 và năm 2018, ta có thể phân tích và tổng hợp các đặc trưng mang tính quy luật của các ao xoáy như sau:

a) Phân bố ao xoáy theo không gian

– Theo chiều dọc bãi biển số lượng ao xoáy tăng dần theo hướng từ cửa Lấp (5 ao xoáy/km) về phía mũi Nghinh Phong (khoảng 10 ao xoáy/km). Càng về gần phía mũi Nghinh Phong các ao xoáy có kích thước càng lớn, mật độ ao xoáy cao và mức độ nguy hiểm cao;

– Theo chiều ngang bãi biển các ao xoáy cũng phân bố thành nhiều tầng (tầng trong, tầng giữa và tầng ngoài). Các ao xoáy tầng trong nằm sát giồng cát và các công trình du lịch. Các ao xoáy tầng ngoài nằm ở vùng ngoài mép nước, thường chỉ quan sát được lúc mực nước triều xuống thấp (thường là trong các kỳ triều cường). Các ao xoáy tầng giữa không nhiều và nằm xen kẽ giữa các ao xoáy tầng trong và ngoài.

b) Về hình thái các ao xoáy

– Các ao xoáy có nhiều dạng hình thù khác nhau, song chủ yếu là hình ao dài, xiên góc, có một đuôi hướng về đất liền, thân ao thường nằm gần song song với bờ và uốn kết nối với cửa ao tại ranh giới vùng sóng vỡ. Hướng xiên góc của ao xoáy của các ao xoáy hầu như giống nhau và phụ thuộc vào mùa gió. Trong mùa gió Đông Bắc cửa ao xoáy thường hướng về phía Tây Nam một cách rõ ràng;

– Quá trình nghiên cứu cho thấy hình thái khác nhau của các ao xoáy thực chất là do chúng đang ở trong các pha khác nhau của quá trình hình thành, phát triển và suy tàn của ao xoáy. Trong đó nổi bật nhất là vai trò của các yếu tố động lực sóng và thủy triều tương tác với địa hình đáy.

c) Về kích thước các ao xoáy

– Các ao xoáy có chiều dài trung bình 75 m, dài nhất đạt đến 250 m và ngắn nhất chỉ khoảng 25 m. Các ao xoáy có chiều rộng trung bình là 20 m, rộng nhất đạt đến 50 m và hẹp nhất là 10 m;

– Các ao xoáy thường có 1 cửa rộng trung bình là 25 m, rộng nhất đạt đến 70 m và hẹp nhất chỉ khoảng 7 m. Trong mùa gió Đông Bắc các cửa thường hướng về phía Tây Nam. Độ sâu trung bình của các ao xoáy là 0,6 m, sâu nhất có thể đạt đến 1,8 m, nông nhất vào khoảng 0,3 m (so với mực nước tĩnh);

– Các ao xoáy thường nằm nghiêng với

đường bờ, một số ao xoáy nằm gần như song song với đường bờ.

d) Về tốc độ dịch chuyển của các ao xoáy

– Vào mùa gió Đông Bắc các ao xoáy thường có xu thế dịch chuyển về phía hạ lưu dòng chảy tổng cộng (hướng Tây Nam), phụ thuộc vào hướng và tốc độ gió. Tốc độ gió càng lớn và hướng ổn định thì tốc độ dịch chuyển càng cao. Theo quan trắc và đánh giá của lực lượng cứu hộ thì tốc độ dịch chuyển tối đa của các ao xoáy có thể đạt đến 5m/ngày đêm;

– Sự dịch chuyển các ao xoáy không đơn giản là quá trình dịch chuyển liên tục từ cửa Lấp về mũi Nghinh Phong (trong mùa gió Đông Bắc) mà có thể trải qua nhiều pha phát triển khác nhau của từng ao xoáy. Theo các quan sát nhiều năm tại Ban quản lý các khu du lịch thành phố Vũng Tàu có một số ít ao xoáy sâu, nguy hiểm có vị trí gần như cố định, chỉ dao động trong vùng nhất định tùy theo thời tiết và theo mùa.

#### **2.4. Khái quát hóa tính chất ao xoáy và đặc trưng hình thái bãi khu vực Bãi Sau**

Tính chất của ao xoáy xuất hiện tại khu vực Bãi Sau thành phố Vũng Tàu có sự khác biệt lớn so với các nơi khác. Cụ thể, hiện tượng ao xoáy tại Vũng Tàu ngoài tác dụng của sóng (yếu tố gây ra hiện tượng ao xoáy có phương vuông góc với bờ), nó còn chịu chi phối rất lớn của chế độ thủy triều tại bờ biển Vũng Tàu (với biên độ lớn hơn 3,0 m) và dòng chảy từ sông ra. Vì vậy, ao xoáy ở đây có hướng lệch về phía bờ Nam (xem Hình 1). Cũng vì tính chất này mà các đụn cát và doi cát cũng có hướng xiên góc với bờ và lệch về hướng Nam.

Hình ảnh khảo sát hiện trường cho thấy tính tương đồng cao về dạng đặc trưng hình thái bãi như các bãi biển tại Hà Lan. Kết quả khảo sát thực địa, phân tích dữ liệu giải đoán camera và mô hình toán cho khu vực nghiên cứu với các đặc trưng địa hình, hình thái và chế độ thủy động lực học thì bãi biển tại khu vực Bãi Sau cũng có trị số  $\Omega$  trong phạm vi từ 2 đến 3. Địa hình đáy bãi biển Vũng Tàu luôn ở dạng “hình thái 3 chiều”: phía trong khu vực sóng đổ, các doi cát ngầm có hướng xiên góc hướng ra biển, các rãnh sâu nằm giữa hai doi cát là vị trí các ao

xoáy. Vị trí sóng đổ cũng thay đổi theo giờ và vị trí các doi cát, rãnh sâu thay đổi theo nhịp thời gian khoảng từ 2 đến 6 giờ. Chính vì vậy vị trí các ao xoáy xuất hiện không cố định mà di chuyển chậm theo hướng sóng thịnh hành.

### **3. CÔNG NGHỆ CẢNH BÁO AO XOÁY TỔNG QUÁT**

#### **3.1. Công nghệ cảnh báo sớm ao xoáy và giám sát bãi biển nâng cao an toàn bơi**

Công nghệ cảnh báo sớm ao xoáy và giám sát bãi biển nâng cao an toàn bơi được áp dụng trong nghiên cứu nhằm nâng cao năng lực và hiệu quả của công tác cứu hộ an toàn bơi. Đây là một hệ thống tích hợp các công nghệ thành phần bao gồm:

- Hệ thống các phần mềm: các mô hình mô phỏng thủy động lực học, các module phân tích và xử lý số liệu đầu vào, module giải đoán tín hiệu từ camera, module tích hợp dữ liệu, phân tích và hiển thị kết quả đầu ra, ứng dụng trích xuất thông tin cảnh báo, thông tin hỗ trợ cứu hộ và thông tin dự báo ao xoáy (de Zeeuw, 2011);

- Hệ thống phần cứng: hệ thống camera, máy chủ, máy trạm, các máy tính bảng, điện thoại thông minh và hệ thống quan trắc số liệu bổ sung.

Các thành phần chính của giải pháp công nghệ đề xuất bao gồm:

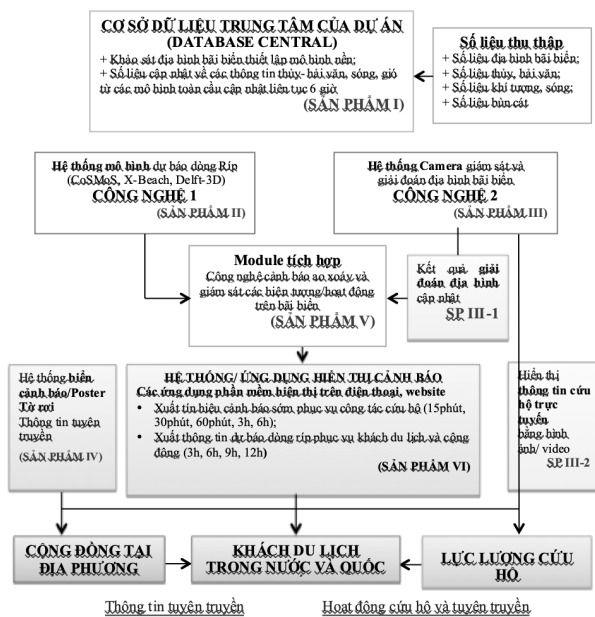
- Công nghệ mô hình thủy động lực cảnh báo sớm ao xoáy thời gian thực (Công nghệ 1);

- Công nghệ Camera quan trắc giám sát và giải đoán bãi biển (Công nghệ 2);

- Hệ thống tích hợp cảnh báo ao xoáy và giám sát bãi biển thời gian thực (tích hợp Công nghệ 1 và Công nghệ 2);

- Hệ thống hiển thị cảnh báo và truyền tín hiệu trợ giúp công tác cứu hộ.

Hình 4 mô tả tóm tắt các thành phần chính của giải pháp công nghệ đề xuất và các sản phẩm kèm theo. Giai đoạn đầu thực hiện dự án thí điểm sẽ tập trung phát triển Công nghệ 2 cho một đoạn bờ biển khu vực Bãi Sau, đó là tiến hành thử nghiệm công tác tích hợp hệ thống tín hiệu giải đoán từ camera và thử nghiệm hệ thống hiển thị cảnh báo và truyền tín hiệu trợ giúp công tác cứu hộ.



Hình 4: Sơ đồ tổng thể các hoạt động và công nghệ được đề xuất sử dụng trong dự án

### 3.2. Phương pháp giải đoán “dòng quang” từ tín hiệu hình ảnh dạng video

Thuật toán “Dòng quang” (*Optical Flow/Optic flow*) thường được sử dụng để phát hiện/bắt các chuyển động rõ ràng của các vật thể, bề mặt và các cạnh trong một cảnh thị giác gây ra bởi chuyển động tương đối giữa người quan sát và cảnh (Holman, 1993 & Bruce D. Lucas & Takeo Kanade, 1981).

Các phương pháp dòng quang cố gắng tính toán chuyển động giữa hai khung hình được chụp tại thời điểm  $t$  và  $t + \Delta t$  ở mọi vị trí voxel (điểm ảnh ba chiều). Đây là các phương pháp vi phân vì chúng dựa trên các xấp xỉ chuỗi Taylor cục bộ của tín hiệu hình ảnh; nghĩa là, họ sử dụng các đạo hàm riêng đối với tọa độ không gian và thời gian. Cụ thể, đối với trường hợp  $2D + t$  (trường hợp  $3D$  hoặc  $nD$  tương tự nhau), voxel tại vị trí  $(x, y, t)$  với cường độ  $I(x, y, t)$  sẽ di chuyển bởi  $\Delta x, \Delta y$  và  $\Delta t$  giữa hai khung hình ảnh và có thể đưa ra các ràng buộc về độ sáng sau đây:

$$I(x, y, t) = I(x + \Delta x, y + \Delta y, t + \Delta t)$$

Giả sử chuyển động là nhỏ, sau khi biến đổi với các chuỗi Taylor, ta thu được:

$$\frac{\partial I}{\partial x} V_x + \frac{\partial I}{\partial y} V_y + \frac{\partial I}{\partial t} = 0$$

Trong đó:  $V_x, V_y$  là các thành phần  $x$  và  $y$  của

vận tốc hoặc dòng quang của  $I(x, y, t)$ ; và  $\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y}$  và  $\frac{\partial I}{\partial t}$  là các đạo hàm của ảnh tại  $(x, y, t)$  theo các hướng tương ứng, và được ký hiệu là:  $I_x, I_y$  và  $I_t$ . Do vậy:

$$I_x V_x + I_y V_y = -I_t$$

Đây là một phương trình có hai ẩn số và không thể giải được theo cách thông thường. Đây được gọi là vấn đề khẩu độ (aperture problem) của các thuật toán dòng quang. Để tìm dòng quang, cần có một bộ phương trình khác, được đưa ra bởi một số ràng buộc bổ sung. Tất cả các phương pháp dòng quang giới thiệu các điều kiện bổ sung để ước tính dòng thực tế.

### Phương pháp xác định dòng quang

Có nhiều thuật toán khác nhau để xác định dòng quang nhưng tất cả các phương pháp này đều xem xét hai giả định giống nhau:

- Cường độ pixel của một đối tượng giữa các khung liên tiếp vẫn giữ nguyên;
- Các pixel lân cận theo cùng một chuyển động.

Nghiên cứu này sẽ áp dụng thuật toán **Lucas-Kanade** vì nó rất nhạy trong việc chụp các chuyển động nhỏ giữa các khung. Thuộc tính này cũng rất tốt để phân tích các bề mặt động như nước.

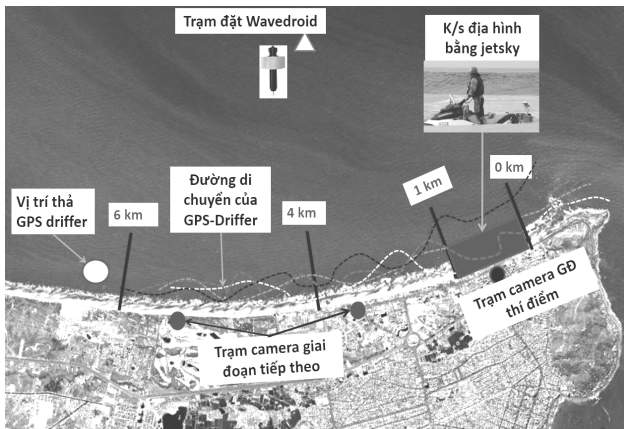
Dựa trên giả định thứ hai rằng các pixel lân cận có chuyển động tương tự, thuật toán Lucas-Kanade sử dụng một lưới  $3 \times 3$  điểm liền kề xung quanh điểm đó và thu được các giá trị của  $(I_x, I_y, I_t)$ . Có 9 điểm đang xem xét, do đó chúng ta có được 9 phương trình và hai ẩn số  $(u, v)$  là các thành phần vận tốc. Phương pháp phù hợp với bình phương tối thiểu (*least squares fit method*) sau đó được sử dụng để tìm vector vận tốc. Phương trình sau được sử dụng để xác định các thành phần vector:

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_i I_{x_i}^2 & \sum_i I_{x_i} I_{y_i} \\ \sum_i I_{x_i} I_{y_i} & \sum_i I_{y_i}^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\sum_i I_{x_i} I_t \\ -\sum_i I_{y_i} I_t \end{bmatrix}$$

## 4. CÔNG NGHỆ GIẢI ĐOÁN TRƯỜNG DÒNG CHẢY MẶT KHU VỰC AO XOÁY TỪ TÍN HIỆU CAMERA GIÁM SÁT BÃI BIỂN TẠI THÀNH PHỐ VŨNG TÀU

### 4.1. Giới thiệu về công nghệ giải đoán ao xoáy từ tín hiệu camera

Công nghệ Camera quan trắc giám sát và giải đoán bãi biển hiện được ứng dụng rộng rãi tại nhiều nước tiên tiến trên thế giới như Hà Lan, Pháp, Úc, Mỹ, Nhật Bản... Bằng công nghệ quan trắc Camera tiên tiến nhất hiện nay, tín hiệu hình ảnh được giải đoán để đưa ra các dữ liệu trực tuyến thời gian thực về đặc trưng sóng, dòng chảy, địa hình bãi phục vụ kiểm chứng mô hình toán mô phỏng diễn biến thủy động lực (dòng và sóng), dòng Rip và hình thái bãi biển.



Hình 5. Khu vực Bãi Sau TP. Vũng Tàu và hệ thống camera giám sát bãi biển

Trong nghiên cứu này, Công nghệ Camera quan trắc giám sát và giải đoán ao xoáy được tích hợp với thuật toán giải đoán dòng quang trình bày tại Phần 3. Tín hiệu camera thu được từ camera số 1 và 2 lắp tại đỉnh Trạm cứu hộ số 1 được dùng để giải đoán ao xoáy.

#### 4.2. Kết quả giải đoán vận tốc dòng chảy mặt

Trong nghiên cứu này, phần mềm MATLAB được sử dụng để đọc trực tiếp dữ liệu quay được từ hai camera tại Trạm cứu hộ số 1. Chương trình giải đoán được xây dựng dựa theo thuật toán Lucas-Kanade, áp dụng để xác định vận tốc (theo phương  $u$ ,  $v$ , hướng và cường độ) tại mỗi điểm trong khung hình và theo từng thời điểm (time frame). Vận tốc được giải đoán được ở bước đầu được so sánh với số liệu khảo sát để hiệu chỉnh thông số camera và phần mềm giải đoán. Quá trình giải đoán được thực hiện cho khung hình trong khoảng thời gian định trước. Kết quả giải

đoán là trường dòng chảy mặt cục bộ trong phạm vi không gian nằm trong khung hình.



Hình 6. Vận tốc dòng chảy mặt - giải đoán tín hiệu từ Camera 1

Hình 6 và 7 thể hiện vận tốc dòng chảy mặt của hai camera tại thời điểm 16h30'06'' ngày 26 tháng 11 năm 2018. Mũi tên màu đỏ thể hiện hướng (phương của mũi tên) và độ lớn của vận tốc (chiều dài của mũi tên). Lớp vector vận tốc này sẽ được hiển thị theo thời gian thực cùng với hình ảnh mà camera thu được trên màn hình. Vị trí có trường dòng chảy cục bộ tập trung có ứng đi từ bờ ra là khu vực xuất hiện ao xoáy (các vị trí được đánh dấu khoanh tròn trên Hình 6 và 7). Việc giải đoán xác định vị trí ao xoáy giúp lực lượng cứu hộ cấm các biển cảnh báo, cờ báo hiệu chính xác hơn, nâng cao an toàn cho du khách tắm biển tại khu vực này.



Hình 7. Vận tốc dòng chảy mặt - giải đoán tín hiệu từ Camera 2

### 5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu về tính chất, đặc trưng ao xoáy và

công nghệ cảnh báo phát hiện ao xoáy tại khu vực Bãi Sau cho phép đưa ra các kết luận ban đầu như sau:

– Tính chất của ao xoáy xuất hiện tại khu vực Bãi Sau thành phố Vũng Tàu có sự khác biệt lớn so với các nơi khác. Cụ thể, hiện tượng ao xoáy tại Vũng Tàu ngoài tác dụng của sóng (yếu tố gây ra hiện tượng ao xoáy có phương vuông góc với bờ), nó còn chịu chi phối rất lớn của chế độ thủy triều tại bờ biển Vũng Tàu và dòng chảy từ sông ra. Ao xoáy tại khu vực này không cố định mà di chuyển theo tốc độ trung bình khoảng 5 -10 m/ ngày đêm; hướng di chuyển và mật độ ao xoáy phụ thuộc theo điều kiện gió mùa, trung bình khoảng từ 5-10 ao xoáy/ km và mật độ tăng dần từ khu vực gần Cửa Lấp đến Mũi Nghinh Phong.

– Bãi biển tại khu vực Bãi Sau có trị số đặc trưng hình thái bãi  $\Omega$  trong phạm vi từ 2 đến 3, do đó địa hình đáy bãi luôn ở dạng “hình thái 3 chiều”: phía trong khu vực sóng đổ, các doi cát ngầm có hướng xiên góc hướng ra biển, các rãnh sâu nằm giữa hai doi cát là vị trí các ao xoáy. Vị trí sóng đổ cũng thay đổi theo giờ và vị trí các doi cát, rãnh sâu thay đổi theo nhịp thời gian khoảng từ 2 đến 6 giờ. Chính vì vậy vị trí các ao xoáy xuất hiện không cố định mà di chuyển chậm theo

hướng sóng thịnh hành.

– Thử nghiệm Công nghệ Camera quan trắc giám sát và giải đoán ao xoáy cho thấy tính khả thi trong triển khai giải đoán phát hiện, khoanh vùng khu vực có nguy cơ xuất hiện ao xoáy và giúp lực lượng cứu hộ định vị được chính xác vị trí ao xoáy, từ đó cấm các biển cảnh báo, cờ báo hiệu chính xác hơn, nâng cao an toàn cho du khách tắm biển tại khu vực này.

– Việc đảm bảo an toàn cho khách du lịch khi tắm biển ở thành phố Vũng Tàu đóng vai trò rất quan trọng trong xây dựng hình ảnh và thương hiệu thành phố du lịch biển an toàn. Dự án được triển khai thành công tại Bà Rịa – Vũng Tàu sẽ tạo ra điểm nhấn tích cực khi vừa bảo đảm an toàn của khách du lịch và vừa tạo động lực phát triển ngành du lịch, trở thành mũi nhọn kinh tế của tỉnh và có thể áp dụng cho các bãi tắm khác trên địa bàn tỉnh.

Các kết quả phân tích hiện mới dựa trên kết quả khảo sát và giải đoán dòng chảy mặt từ camera. Cần có các nghiên cứu tiếp theo kết hợp với mô hình thủy động lực học để có thể khái quát hóa quy luật hình thành và di chuyển của ao xoáy phục vụ cho công tác dự báo và cảnh báo ao xoáy ngắn, trung và dài hạn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bowen, A., (1969). *Rip Currents I. Theoretical Investigations*. J. Geophys. Res., 74, 5467-5478.
- Bruce D. Lucas & Takeo Kanade, (1981). *An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Visio* Proceedings of Imaging Understanding Workshop, pp. 121-130 (1981).
- Dalrymple, R. A., (1978). “*Rip currents and their causes,*” Proc. 16th Conf. of Coastal Engineering.,” V2, 1414-1427.
- de Zeeuw, R.C., (2011). *Nearshore currents and swimmer safety in the Netherlands*. M.Sc Thesis,
- Dean, R.G., 1973. *Heuristic models of sand transport in the surf zone*. Proceedings of Conference on Engineering Dynamics in the Surf Zone (Sydney, Australia), pp. 208–214
- Delft University of Technology, the Netherlands.
- Holman, R. A., A. H. Sallenger Jr., T. C. Lippmann, and J. W. Haines, (1993). “*The Application of Video Image processing to the study of nearshore processes,*” Oceanography, 6, 78-85.
- Gourlay, M. R. 1968. *Beach and Dune Erosion Tests*. Delft Hydraulics Laboratory Report No. 935/M936.
- Wright, L. D. and Short, A. D. 1984. *Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis*. Marine Geology, 56: 93-118.

**Abstract:**  
**STUDY ON RIP CURRENTS AND RIP FORECAST SYSTEM**  
**TO ENHANCE SWIMMER SAFETY IN BAI SAU BEACH, VUNG TAU CITY**

*Bai Sau beach in Vung Tau is well known by both domestic and international tourists for its beauty, long sunny days. Sea swimming and beach bathing are amongst most favorite activities for tourists once coming here; however, it has also known to be an unsafe beach for swimmer due to regularly occurrence of rip currents. Despite of big efforts in rescuing and a high attention of the local government, incidents still have happened unfortunately. This paper presents some first findings from a research on the local rip currents, its characteristics and pattern and a pilot application of rip currents forecast system, which relies on monitoring cameras and optical flow detection techniques. Research result has been supported the rescue team in monitoring the rips and enhancing safety for swimmer.*

**Keywords:** Rip current, optical flow, swimmer safety, beach monitoring camera

---

*Ngày nhận bài: 06/12/2019*

*Ngày chấp nhận đăng: 26/12/2019*