

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIDEO-CAMERA PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA BÃO NARI (SỐ 11) TỚI DIỄN BIẾN BỜ BIỂN NHA TRANG

Lê Thanh Bình¹, Nguyễn Việt Đức², Nguyễn Trung Việt³, Dương Hải Thuận³,
Nguyễn Văn Thìn³, Trần Thanh Tùng³, Đinh Văn Ưu⁴,
Rafael Almar⁵, Jean-Pierre Lefebvre⁵, Hitoshi Tanaka⁶

Tóm tắt: Tính ưu việt của kỹ thuật đo đạc từ xa cho phép khảo sát trên phạm vi rộng theo không gian (cm đến km) và thời gian (giây tới năm). Kỹ thuật video rất hữu ích đối với nghiên cứu các quá trình hải dương học ven bờ, đặc biệt hiệu quả trong điều kiện cực đoan khi xảy ra bão và dông, khắc phục sự khó khăn đối với thiết bị đo trực tiếp gặp phải tại hiện trường: dòng chảy rối, tắc nghẽn thiết bị do sinh học, hỏng hóc của cảm biến do điều kiện sóng cực đoan. Bài báo trình bày các kết quả tính từ công nghệ Video-Camera để phân tích diễn biến đường bờ trong thời gian trước, trong và sau khi xảy ra cơn bão Nari (số 11) đổ bộ vào tỉnh Quảng Nam ngày 14/10/2013.

Từ khóa: Video-Camera, Nha Trang, giải đoán đường bờ, quan trắc bờ biển, bão Nari.

1. TỔNG QUAN

Hiện tượng Bão và sóng lớn trong bão là những hiện tượng thời tiết cực đoan dẫn tới những thay đổi lớn ở vùng gần bờ và đường bờ. Các điều kiện: sóng lừng (sóng biển động sau bão), địa hình đáy, địa chất, nước dâng do bão... kết hợp với nhau gây thiệt hại trực tiếp đến cơ sở hạ tầng bờ biển.

Khả năng đo đạc và dự đoán chuyển đổi sóng, mực nước, dòng ven bờ, diễn biến đường bờ dưới điều kiện năng lượng cực đoan là cần thiết trước khi đánh giá và tiên lượng những tổn thất do hiện tượng bão. Những nghiên cứu chính ở vùng ven bờ đã được thực hiện với điều kiện mô hình hóa với sự phụ thuộc vào hiểu biết về quá trình vật lý. Các thiết bị đo chỉ thể hiện kết quả tại vị trí đo hoặc trong phạm vi hẹp trong khi các yếu tố không đồng nhất theo dọc bờ, độ dài của dữ liệu đo thường bị giới hạn bởi thiết bị lưu trữ và tuổi thọ của pin. Như vậy, việc đo đạc đầy đủ các thông số sóng, dòng chảy, bùn cát trên một diện rộng liên tục theo thời gian

thường rất khó có thể thực hiện được vì hạn chế về kinh phí, thiết bị đo và nhân lực đo. Bên cạnh đó, trong điều kiện xảy ra bão việc duy trì các thiết bị đo là rất khó khăn và phức tạp, kết quả không ổn định và có thể không đo được.

Công nghệ giải đoán đường bờ và các đặc trưng sóng, dòng chảy ven bờ bằng Video-Camera là phương pháp quan trắc mới, hiện đại có thể thay thế cho các phương pháp đo đạc truyền thống. Nó đặc biệt thích hợp để giám sát bờ biển bởi vì phương pháp này cho phép quan trắc liên tục theo với khoảng thời gian đo đạc rất rộng, từ vài giây đến vài năm và quy mô không gian từ mét đến km. Đã có rất nhiều nghiên cứu ứng dụng công nghệ này vào việc quan trắc và ước lượng vị trí bờ biển.

Công nghệ quan trắc bờ biển và các đặc trưng sóng, dòng chảy ở dải ven bờ bằng hình ảnh có lịch sử bắt đầu từ những năm 1930, khi có những nghiên cứu đầu tiên về diễn biến bờ biển bằng ảnh chụp máy bay (không ảnh). Tuy nhiên các ảnh chụp máy bay thường không liên tục và chi phí khá tốn kém, và hạn chế trong điều kiện thời tiết kém. Đến năm 1980, Phòng Thí nghiệm Hình ảnh Ven biển (Coastal Imaging Lab – CIL) của Trường Đại học Oregon đã tiến hành nghiên cứu và áp dụng thành công việc sử dụng hình ảnh kết hợp với video để đo đạc sóng leo [Holman, R.A. (1981); Holman, R. A., & Stanley, J. (2007)].

¹ Tổng Công ty Tư vấn Xây dựng thủy lợi Việt Nam

² Công ty Tư vấn và Xây dựng công trình Miền Trung

³ Trường Đại học Thủy lợi

⁴ Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội

⁵ Phòng Thí nghiệm nghiên cứu LEGOS, Viện Nghiên cứu phát triển, Cộng hòa Pháp

⁶ Đại học Tổng hợp Tohoku, Nhật Bản.

Với những ưu thế khi đo đặc yếu tố động lực ven bờ, công nghệ Video-Camera đã phát triển không ngừng khi phát hiện thêm rằng các ảnh lấy trung bình hóa trong thời gian (timex) hoàn toàn có thể sử dụng để xác định vị trí các cồn ngầm và kênh tiêu của dòng rút. [Lippmann, T.C. and Holman R.A. (1989)]. Ưu thế của phương pháp Timex đã đưa đến sự phát triển của các trạm quan trắc bãi biển tự động có tên là Argus, năm 1992. Hệ thống này được lập trình để thu thập các hình ảnh bờ biển theo giờ tại bất kỳ vị trí nào được quan tâm nghiên cứu. Cho tới nay, hệ thống quan trắc và giám sát bãi biển tự động đã được xây dựng ở hơn 30 bãi biển trên khắp thế giới tại các quốc gia có nền khoa học tiên tiến như Mỹ, Pháp, Hà Lan, Úc, New Zeland, Nhật Bản, Đài Loan.

Hệ thống Camera quan trắc và giải đoán đường bờ đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ các nhà quản lý và các kỹ sư kỹ thuật bờ biển trong việc đánh giá, phân tích các trạng thái bờ biển và đưa ra các giải pháp bảo vệ bờ biển thích hợp. Các ứng dụng chính của hệ thống này bao gồm:

- Phân tích diễn biến đường bờ và bãi biển, xác định các nguy cơ xói lở hoặc các tác động của bão, nước dâng đối với bãi biển.

- Nghiên cứu địa hình các bãi biển trong vùng dao động của thủy triều, từ đó xác định thể tích bùn cát bồi tụ, xói lở trên bề mặt bãi biển. Giúp đánh giá những tác động của các công trình bảo vệ bờ biển tới vùng lân cận cũng như khảo sát các biến động của bãi biển theo mùa hoặc nghiên cứu các đặc trưng hình thái ven bờ như cồn ngầm, bãi triều ở các cửa sông, cửa vào các cảng.

- Nghiên cứu các yếu tố động lực ở vùng ven bờ.

- Xác định các đặc trưng sóng ven bờ, sóng leo và tác động của sóng tới bãi biển và công trình.

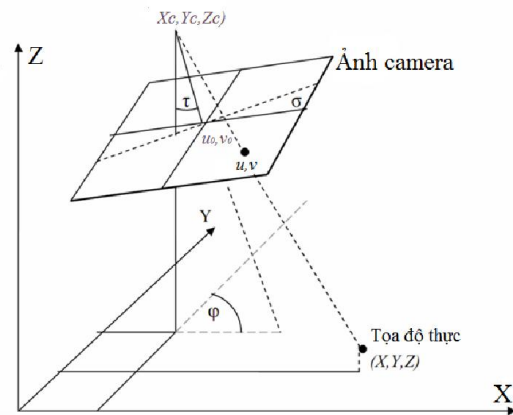
Trong nghiên cứu của Tanaka và Nguyen năm 2007, công nghệ Camera cũng được sử dụng để quan trắc sự thay đổi độ rộng của cửa sông và sự phát triển liên tục của các doi cát ở cửa sông theo thời gian [Tanaka, H. and Nguyen, T.V. (2007)]. Công nghệ đo đặc bằng

hình ảnh Camera lập thể còn được sử dụng trong các phòng thí nghiệm để đo đặc trường vận tốc dòng chảy bề mặt gọi là công nghệ PIV (Particle Image Velocimetry – Đo đặc vận tốc bằng hình ảnh các hạt chuyển động).

Ở Việt nam, công nghệ quan trắc cửa sông, bờ biển mới được nghiên cứu thông qua đề tài nghiên cứu KHCN tiềm năng cấp Nhà nước “Nghiên cứu đề xuất công nghệ quan trắc, đo đặc diễn biến theo mùa cho các cửa sông khu vực Miền Trung Việt Nam” mã số KC.08.TN04/ 11-15, do TS. Nghiêm Tiến Lam làm chủ nhiệm, năm 2012. Đề tài đã áp dụng thí điểm kỹ thuật quan trắc cửa sông và bờ biển bằng Camera cho cửa Cảnh Dương, tại Thừa Thiên Huế, và đánh giá đây là kỹ thuật có thể mở ra hướng mới cho việc quan trắc và giám sát sự biến động của cửa sông và bờ biển một cách thường xuyên với chi phí thấp, cung cấp thông tin và số liệu cho việc nghiên cứu, quy hoạch và quản lý các vùng cửa sông ven biển ở Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP QUANG TRẮC TRONG MÔ HÌNH VIDEO-CAMERA

Việc phân tích, xử lý số liệu từ Camera truyền về dựa vào nguyên tắc của hình học ảnh. Một hệ tọa độ thường được quy ước: trục x vuông góc bờ biển với chiều dương hướng ra xa bờ, trục y vuông góc với trục x, trục z hướng thẳng đứng lên phía trên với mực chuẩn tham chiếu ($z=0$), thường đặt trùng với mực nước triều trung bình hoặc mực chuẩn quốc gia, (Hình 1) [Holland, K. T. et al (1997)].



Hình 1. Quan hệ hình học giữa tâm Camera (X_0, Y_0, Z_0), tọa độ ảnh (u, v) và tọa độ thực (X, Y, Z)

Sự xác định đối tượng trong ảnh đòi hỏi phải chuyển đổi thông tin ảnh thành không gian vật thể, nghĩa là tọa độ thực, mặt phẳng ảnh là phép chiếu vuông góc từ tâm quang của Camera (x_c, y_c, z_c) theo độ dài tiêu cự hiệu quả f . Hệ

$$\begin{aligned} u - u_0 &= -f / \lambda_u \left[\frac{m_{11}(x - x_c) + m_{12}(y - y_c) + m_{13}(z - z_c)}{m_{31}(x - x_c) + m_{32}(y - y_c) + m_{33}(z - z_c)} \right] \\ v - v_0 &= -f / \lambda_v \left[\frac{m_{21}(x - x_c) + m_{22}(y - y_c) + m_{23}(z - z_c)}{m_{31}(x - x_c) + m_{32}(y - y_c) + m_{33}(z - z_c)} \right] \end{aligned} \quad (1)$$

Với m_{ij} là ma trận 3x3 của góc nghiêng (τ), phương vị (φ), và góc quay (σ):

$$M = \begin{pmatrix} \cos(\varphi) & \sin(\varphi) & 0 \\ \sin(\varphi) & \cos(\varphi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\tau) & -\sin(\tau) \\ 0 & \sin(\tau) & \cos(\tau) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\cos(\sigma) & -\sin(\sigma) & 0 \\ -\sin(\sigma) & \cos(\sigma) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Hệ phương trình (1) bao gồm 11 số chưa biết: góc nghiêng (τ), phương vị (φ), và góc quay (σ); tọa độ thực tâm Camera (x_c, y_c, z_c) ; tâm ảnh (u_0, v_0) ; chiều dài tiêu cự f ; hệ số tỷ lệ λ_u, λ_v .

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã xây dựng chương trình bằng MATLAB để tính toán và phân tích xử lý ảnh và giải đoán diễn tiến đường bờ biển vịnh Nha Trang [Almar, R. et al. (2008); Almar, R. et al. (2012); Tanaka, H. and Nguyen, T.V. (2007)].

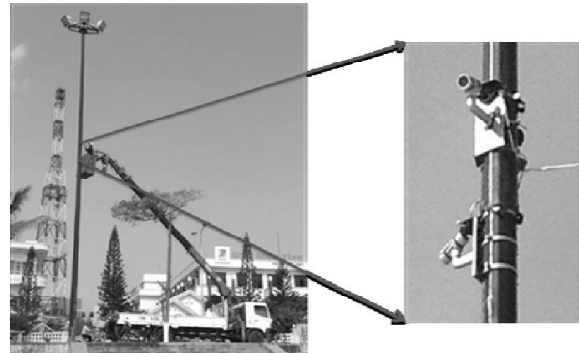
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BÃO NARI (SỐ 11) TỚI DIỄN BIẾN BỜ BIỂN NHA TRANG

3.1 Thiết lập mô hình Video-Camera

Trong khuôn khổ của đề tài nghị định thư hợp tác với Cộng Hòa Pháp, việc giám sát diễn biến đường bờ biển vịnh Nha Trang được thực hiện bằng công nghệ giám sát hình ảnh. Lắp đặt 2 Camera trên cột điện ở đường Trần Phú, ngay phía trước Bưu điện Khánh Hòa, (Hình 2): 01 Camera quan trắc phía bờ Bắc từ Bưu điện đến

phương trình quang trắc biểu thị mối quan hệ giữa tọa độ 2D (u, v) của 1 điểm ảnh và tọa độ thực 3D (X, Y, Z) tương ứng trong không gian của điểm đó, hệ phương trình như sau [Holman. (1997)]:

khách sạn Bộ Công An với ký hiệu NNT và 01 Camera quan trắc phía bờ Nam từ Bưu điện đến tháp Trầm Hương với ký hiệu SNT, (Hình 3). Đường truyền internet băng thông rộng được kết nối để truyền dữ liệu trực tuyến về trung tâm xử lý tại Trường Đại học Thủy lợi. Đường dẫn về NNT và SNT: <http://113.252.160.106> và <http://113.252.160.107> với tên truy cập và mật khẩu là: viewer.



Hình 2. Vị trí lắp đặt Camera giám sát diễn biến đường bờ tại Vịnh Nha Trang



a. Ảnh chụp bờ phía Bắc

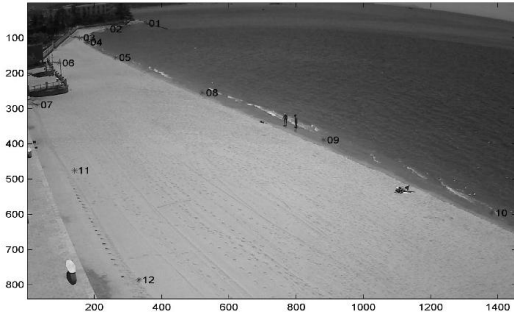


b. Ảnh chụp bờ phía Nam

Hình 3. Phạm vi giám sát của Camera

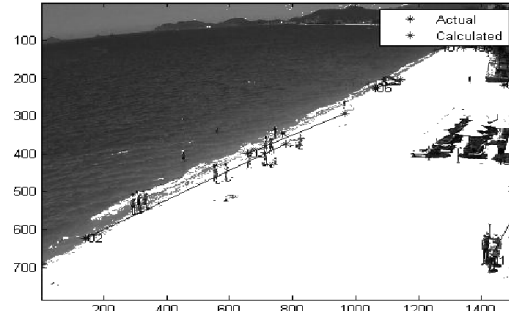
Bước 1: Hiệu chỉnh hình ảnh

Trong phạm vi quan sát của Camera chọn ít nhất 6 cặp điểm giữa tọa độ ảnh và tọa độ điểm khống chế mặt đất (GCP-ground control points) để tính toán các tham số cho sự phân tích ảnh



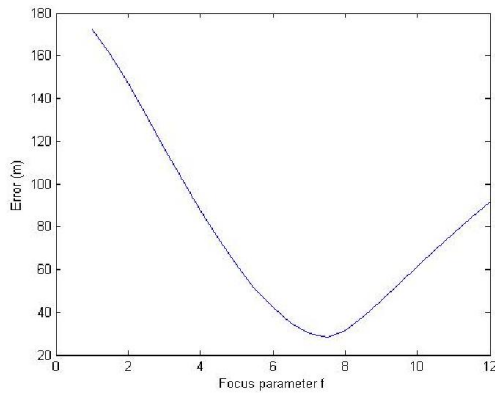
a. Các điểm ảnh và tọa độ GCP phía Bắc

(Hình 4). Các góc quay (τ , φ , σ) và độ dài tiêu cự f được tính theo phương pháp lặp hồi quy bình phương tối thiểu phi tuyến từ hệ phương trình (1) để xác định sai số nhỏ nhất giữa các cặp điểm với tiêu cự của Camera, (Hình 5).

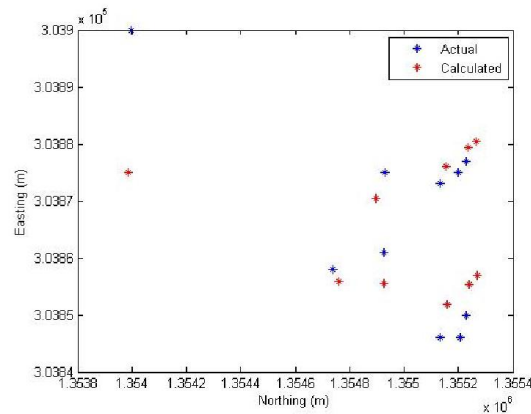


b. Các điểm ảnh và tọa độ GCP phía Nam

Hình 4. Mối tương quan giữa tọa độ tính toán từ Camera và tọa độ GCP



Hình 5. Mối quan hệ giữa sai số tính toán và tiêu cự f của Camera



Hình 6. Kết quả tính toán tọa độ thực từ mô hình Video-Camera và tọa độ GCP

Bước 2: Tạo các ảnh trung bình và ảnh theo chuỗi thời gian

File video thu được ở Camera được tự động

tách thành các khung ảnh tức thời và trung bình hóa theo thời đoạn định trước là 15 phút (Hình 7).



a. Ảnh tức thời theo thời gian

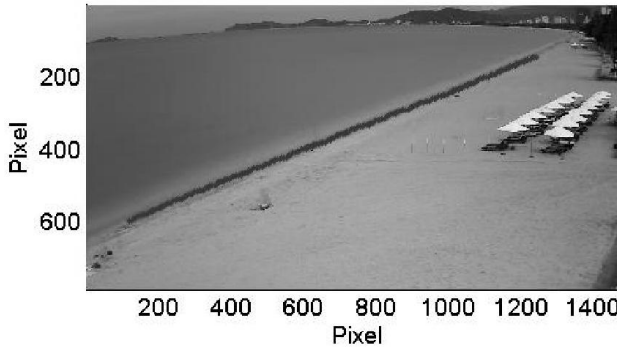
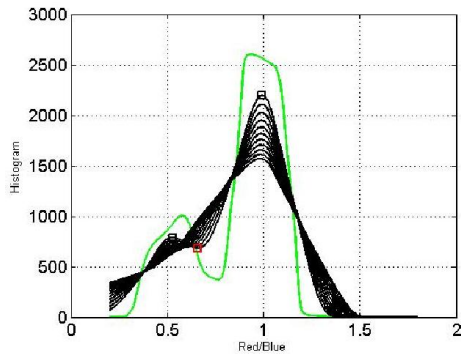


b. Ảnh trung bình hóa theo thời đoạn

Hình 7. Kết quả xử lý video từ Camera phía Nam lúc 12:00 ngày 1/7/2013

Bước 3: Nhận diện đường bờ
 Đường bờ được nhận diện thông qua sự chênh lệch phổ màu giữa màu nước biển

(Blue) và bờ biển (Red). Vị trí đường bờ được xác định dựa trên tỷ lệ độ sáng giữa màu đỏ và xanh.

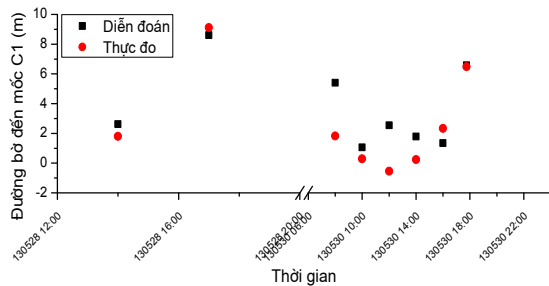


Hình 8. Mô tả nhận diện đường bờ và kết quả giải đoán đường bờ dựa trên ảnh Camera (với x, y là đơn vị pixel)

Kết quả vị trí đường bờ xác định từ mô hình Video-Camera diễn ra trong giai đoạn từ 23/5-30/5/2013 được so sánh với kết quả đo bằng máy trắc địa toàn đạc, (Hình 9).

tiếp theo.

3.2 Ứng dụng công nghệ Video-Camera để phân tích ảnh hưởng của bão Nari (số 11) tới diễn biến bờ biển Nha Trang



Trong khoảng thời gian từ cuối tháng 9 đến giữa tháng 10 năm 2013, bờ biển miền Trung Việt Nam liên tục chịu ảnh hưởng của các cơn bão số 8 (từ 17/09 đến 21/09); cơn bão số 10 (01/10 đến 6/10) và cơn bão số 11 (13/10 đến 17/10). Đặc biệt, cơn bão Nari (số 11) đổ bộ trực tiếp vào Quảng Nam-Đà Nẵng vào ngày 14/10/2013 gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản cho các tỉnh Miền Trung. Bãi biển Nha Trang tuy không nằm trong vùng chịu ảnh hưởng trực tiếp của bão Nari, nhưng cũng chịu ảnh hưởng của mưa bão kèm sóng lớn (do sóng trong bão gây ra) và gây nên hiện tượng xâm thực bãi biển vịnh Nha Trang (Hình 10).

Hình 9. So sánh kết quả đo vị trí đường bờ bằng Camera và máy trắc địa toàn đạc

Như vậy, kết quả giải đoán hình ảnh đường bờ từ Camera trong giai đoạn từ 23/5-30/5/2013 phù hợp với số liệu đo đạc tại thực địa. Sử dụng các thông số của mô hình Video-Camera đã được thiết lập để mô phỏng trong các thời đoạn



a. Ảnh chụp lúc 6.30AM ngày 12/10 (trước khi có bão Nari)

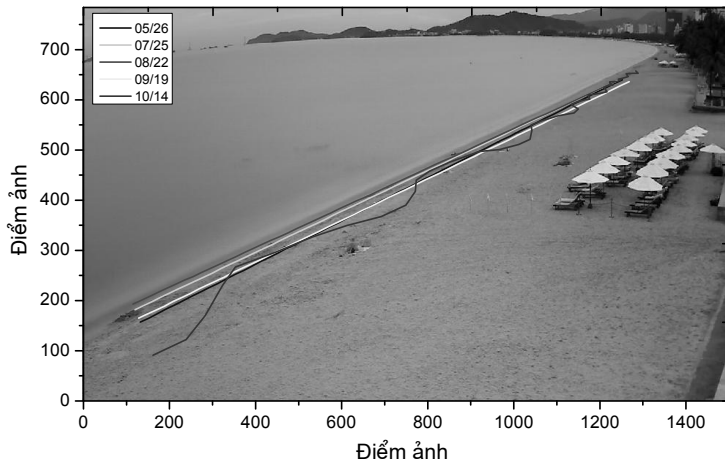
b. Ảnh chụp lúc 6.30AM ngày 14/10 (khi bão Nari bắt đầu ảnh hưởng đến biển miền Trung)

Hình 10. Ảnh chụp từ Camera phía Nam.

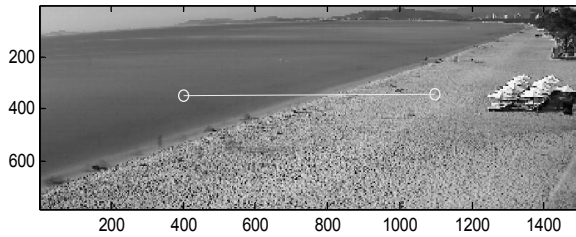
Sử dụng công nghệ Video-Camera quan trắc diễn biến đường bờ với bộ các các thông số camera đã được hiệu chỉnh và kiểm nghiệm với độ tin cậy cao từ các số liệu địa hình bãi biển được đo đạc trong đợt khảo sát tháng 5, nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng các diễn biến của bờ biển Nha Trang thời đoạn trước và sau khi xảy ra bão Nari (tháng 10/2013).

Sau khi mô hình Video-Camera nhận diện vị trí đường bờ thông qua phổ màu (Hình 11), mô hình đã kết hợp với các số liệu mực nước

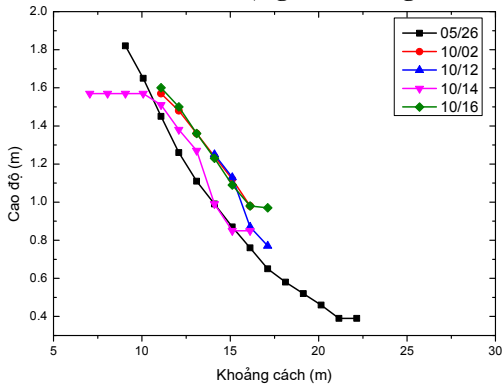
triều thực đo thu thập tại thời điểm nghiên cứu để xây dựng mô hình số độ cao 3 chiều của bãi biển giới hạn từ đỉnh triều đến chân triều trong vùng quan sát của Camera (hình 12), từ đó xác định ra hình dạng của mặt cắt ngang bãi biển tại các vị trí cần nghiên cứu (Hình 14) và tính toán được cân bằng bùn cát của bãi biển, giới hạn từ đỉnh triều đến chân triều (Hình 15) và lượng cát bồi hoặc xói dọc bờ biển dài 400m từ cao độ 0.9m đến 1.6m được trình bày ở Bảng 1.



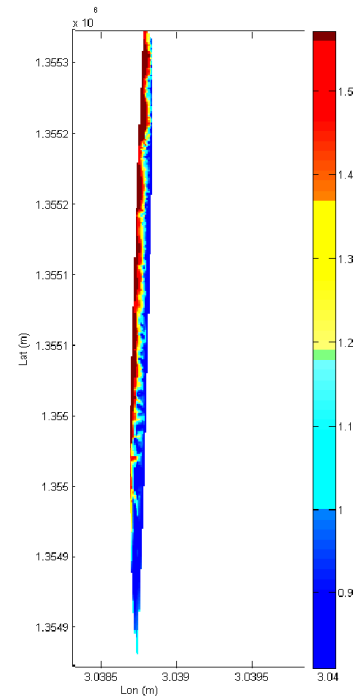
Hình 11. Kết quả diễn biến đường bờ từ tháng 5- tháng 10/2013



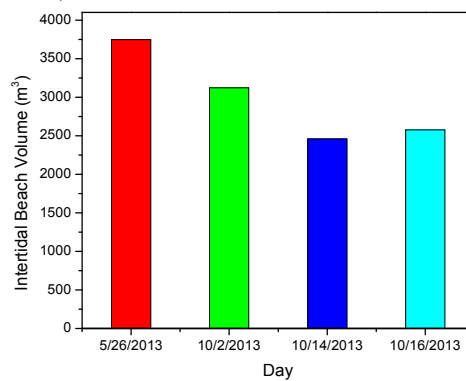
Hình 13. Vị trí xác định mặt cắt ngang bãi thuộc bãi tắm của khách sạn Mechelia (Ngã ba đường Trần Phú - Lê Lợi)



Hình 14. Sự thay đổi mặt cắt ngang bãi biển trước và sau bão Nari.



Hình 12. Địa hình 3D bãi biển khu vực Camera giám sát ngày 14/10/2013



Hình 15. Sự thay đổi thể tích cát dọc bãi biển dài 400m từ cao độ 0.9m đến 1.6m theo thời gian.

Bảng 1. Lượng cát thay đổi dọc bờ dài 400m theo thời gian tính từ cao độ 0.9m đến 1.6m

Ngày	Tổng thể tích cát (m ³) dọc bãi	Bồi(+) / Xói (-) (m ³) So với thời gian liền kề	Ghi chú
26-05-13	3747.54		Khảo sát thực địa
02-10-13	3121.61	- 625.93	Trước bão Nari
14-10-13	2459.72	- 661.89	Bão Nari vào đất liền
16-10-13	2575.31	115.59	Sau bão Nari

3.3 Nhận xét

Bãi biển trước khi xảy ra bão Nari cơ bản ổn định, hình dạng đường bờ không có sự thay đổi (hình 11), hình dạng mặt cắt ngang bãi từ ngày 02/10/2013 đến 12/10/2013 không thay đổi nhiều (hình 14).

-Khi có bão Nari, đường bờ mất cân bằng do sóng và dòng ven bờ gây nên hiện tượng bồi xói xen kẽ, hình dạng đường bờ bị biến dạng với những điểm lồi lõm xem kẽ cùng với sự xuất hiện các mũi cát nhỏ (hình 11 và hình 12), khoảng cách giữa các mũi khoảng 40m-50m.

-Tại vị trí mặt cắt ngang bãi biển nghiên cứu (hình 14): Khi có bão Nari, mặt cắt ngang bãi biển dốc hơn, địa hình bãi bị xói ngang về phía bờ khoảng 1m. Sau khi bão kết thúc vào ngày 16/10 thì địa hình bãi biển dần dần khôi phục về trạng thái như ngày 12/10 trước khi có bão.

-Trong vùng quan sát của Camera dài khoảng 400 m cao độ trong phạm vi từ 0.9 m đến 1.6 m, mô hình đã tính toán được khối lượng cát bị xói khi xảy ra bão Nari là 661.89 m³ (ngày 14/10 so với ngày 02/10), khi kết thúc bão Nari tính đến ngày 16/10 bãi biển đã được bồi lượng cát 115.59 m³ (hình 15 và bảng 1).

Kết quả giải đoán hình ảnh từ công nghệ Video-Camera đã đưa ra bức tranh tổng thể diễn biến bãi biển khi gặp hiện tượng cực đoan khi có bão hoặc dông. Với địa hình 3 chiều được thiết lập cho bãi biển trong phạm vi triều, có thể trích xuất mặt cắt tại bất kỳ vị trí nào cần nghiên cứu và tính toán được tổng lượng cát bãi biển. Ngoài những kết quả được trình bày trong bài báo này, công nghệ Video-Camera còn tính toán được các yếu tố

động lực học ven bờ: dòng chảy, tần số sóng, chu kỳ sóng, vận tốc truyền sóng...

Mặc dù có nhiều ưu điểm so với các phương pháp đo đạc thông thường, việc sử dụng công nghệ Video-Camera vẫn có những hạn chế trong các trường hợp gặp trục trặc của đường truyền internet và nguồn điện cung cấp cho Camera...

4. KẾT LUẬN

Kỹ thuật quan trắc diễn biến cửa sông và bờ biển bằng công nghệ giám sát hình ảnh Video-Camera theo thời gian thực lần đầu tiên được thực hiện ở Việt Nam. Nghiên cứu này trình bày một số kết quả diễn biến đường bờ biển vịnh Nha Trang trong điều kiện thời tiết cực đoan khi có bão - đây là thời điểm mà các thiết bị đo đạc thông thường gặp rất nhiều khó khăn. Kết quả ban đầu cho thấy công nghệ giám sát diễn biến đường bờ biển ở Nha Trang rất hữu ích và cho chúng ta bức tranh về sự thay đổi đường bờ khá rõ nét, hiện tượng bồi xói khi có bão với kết quả tương đối phù hợp. Kết quả nghiên cứu chi tiết diễn biến đường bờ sẽ đóng góp vai trò rất quan trọng trong việc hiệu chỉnh và kiểm định bằng các mô hình toán phục vụ cho việc dự báo dài hạn diễn tiến đường bờ biển và các cửa sông ở Việt Nam.

5. LỜI CẢM ƠN

Nội dung của bài báo được thực hiện từ kinh phí trong của đề tài Nghị định thư hợp tác với Cộng Hòa Pháp “Nghiên cứu chế độ thủy động lực học và vận chuyển bùn cát vùng cửa sông và bờ biển Vịnh Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa” do PGS.TS Nguyễn Trung Việt - Trường Đại học Thủy lợi làm chủ nhiệm đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Almar, R., Coco, G., Bryan, K.B., Hunley, D.A., Short, A.D., Senechal, N. (2008). *Video observations of beach cusp morphodynamics*. Marine Geology, 254, 216-223.
2. Almar, R., Cienfuegos, R., Catalan, P.A., Machallet, H., Castelle, Bonneton, P., Marieu, V. (2012). *A*

- new breaking wave height direct estimator from video imagery*. Journal of Coastal Engineering, **61**, 42-48.
3. Almar, R., Ranasinghe, R., Sénéchal, N., Bonneton, P., Roelvink, D., Bryan, K.R., Marieu, V. and Parisot, J.P. (2012). *Video-Based Detection of Shorelines at Complex Meso-Macro Tidal Beaches*. Journal of Coastal Research, **284**, 1040-1048.
 4. Davidson, M., Van Koningsveld, M., De Kruif, A., Rawson, J., Holman, R., Lamberti, A., Medina, R., Kroon, A., Aarninkhof, S. (2007). *The CoastView project: Developing video-derived Coastal State Indicators in support of coastal zone management*. Coastal Engineering, **54**, 463-475.
 5. Holman, R.A. (1981). *Infragravity energy in the surf zone*. Journal of Geophysical Research, **86**(C7), 6442-6450.
 6. Holland, K. T., Holman, R. A., Lippmann, T. C., Stanley, J., & Plant, N. (1997). *Practical use of video imagery in nearshore oceanographic field studies*. IEEE Journal of Oceanic Engineering, **22**(1), 81-92.
 7. Holman, R. A., & Stanley, J. (2007). *The history and technical capabilities of Argus*. Coastal Engineering, **54**(6-7), 477-491.
 8. Jiménez, J.A., Osorio, A., Marino-Tapia, I., Davidson, M., Medina, R., Kroon, A., Archetti, R., Ciavola, P., Aarninkhof, S.G.J. (2007). *Beach recreation planning using video-derived coastal state indicators*. Coastal Engineering, **54**, 507-521.
 9. Kroon, A., Davidson, M.A., Aarninkhof, S.G.J., Archetti, R., Armaroli, C., Gonzalez, M., Medri, S., Osorio, A., Aagaard, T., Holman, R.A., Spanhoff (2007). *Application of remote sensing video systems to coastline management problems*. Coastal Engineering, **54**, 493-505.
 10. Lippmann, T.C. and Holman R.A. (1989). *Quantification of sand bar morphology: A video technique based on wave dissipation*. Journal of Geophysical Research, **94**(C1), 995-1011.
 11. Smit, M.W.J., Aarninkhof, S.G.J., Wijnberg, K.M., González, M., Kingston, K.S., Southgate, H.N., Ruessink, B.G., Holman, R.A., Siegle, E., Davidson, M., Medina, R. (2007). *The role of video imagery in predicting daily to monthly coastal evolution*. Coastal Engineering, **54**, 539-553.
 12. Tanaka, H. and Nguyen, T.V. (2007). *Monitoring and Modeling of Short-term Morphology Change at a River Entrance*. Proceedings of Indo-Japan Workshop on Coastal Problems and Mitigation Measures- Including the effects of Tsunami IITMadras, India, 16-17 July, pp. 174-183.

Abstract:

**STUDY ON THE SHORELINE EVOLUTION OF THE NHA TRANG BAY
AFTER TYPHOON NARI USING VIDEO-CAMERA TECHNIQUE**

Recently, beside traditional methods which measure basic data of hydrodynamics and sediment characteristic, for investigate shoreline evolution, video camera-based remote sensing is particularly well suited to monitoring shoreline evolution as a new method for observation and monitoring shoreline. It covers timescales from seconds to years and spatial scales from meters to kilometers and possible for monitoring beach morphology as well as dominant factors governing evolution in the nearshore area. The paper presents results on studying shoreline evolution after typhoon Nari (Typhoon No.11) of Nha Trang bay, Khanh Hoa province using video camera technique, within framework of protocol research project with France "Study on hydrodynamics and sediment transport in estuarine and coastal zones of Nha Trang bay, Khanh Hoa province".

Key words: *video camera; Nha Trang; shoreline detection; coastal monitoring; Nari typhoon*

Người phân biên: **TS. Nghiêm Tiến Lam**

BBT nhận bài: 25/10/2013

Phản biên xong: 7/11/2013