

# GIÁM SÁT BIẾN ĐỘNG RỪNG NGẬP MẶN SỬ DỤNG KỸ THUẬT VIỄN THÁM VÀ GIS MANGRO FOREST CHANGE MONITORING USING REMOTE SENSING AND GIS

Trần Trọng Đức

Bộ môn Địa tin học, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Đại học Bách khoa, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

## BẢN TÓM TẮT

Biến động rừng ngập mặn theo thời gian có thể được giám sát bằng cách sử dụng phương pháp phân tích biến động sau phân loại. Trong phương pháp này, trước tiên dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ về rừng ngập mặn từng thời điểm được tiến hành phân loại độc lập. Sau đó sử dụng GIS để tiến hành phát hiện biến động bằng cách so sánh ảnh phân loại của cùng 1 vùng tại hai thời điểm khác nhau. Phương pháp được đem áp dụng vào khu vực huyện Cần Giờ. Kết quả cho thấy bản đồ rừng ngập mặn đã được thành lập với độ chính xác toàn cục xấp xỉ gần 80%. So sánh bản đồ rừng ngập mặn ở 2 thời điểm cho thấy có sự suy giảm diện tích rừng ngập mặn từ khoảng 39.000 ha năm 1993 xuống còn dưới 36.000 ha năm 2003.

## ABSTRACT

Mangrove forest changes over time can be monitored by using post-classification comparison method. With this method, firstly multi-spectral satellite data of mangrove forest area at each time period is classified independently. Then, by using GIS forest changes are detected by comparison between the classified images of the earlier and the later time period. The method is applied to CanGio district. The result shows that maps of mangrove forest are built with the overall accuracy 80%. By comparison of the two mangrove forest maps using GIS, it is found that there are a decline of mangrove forest area from 39000 ha in 1993 down to 36000 ha in 2003.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng ngập mặn Cần Giờ đóng vai trò như một rào chắn giữa đất liền và biển, giúp chống sạt lở đất và hạn chế ảnh hưởng của các cơn bão thổi từ biển và như vậy giúp duy trì cân bằng sinh thái khu vực. Tuy đóng vai trò quan trọng như thế, rừng ngập mặn Cần giờ TP HCM hiện bị ảnh hưởng nghiêm trọng dưới tác động của con người và do vậy cần phải có các phương pháp giám sát chặt chẽ tình trạng của rừng ngập mặn. Các phương pháp cổ điển như đo đạc mặt đất hoặc sử dụng ảnh hàng không thường mất nhiều thời gian và nhiều tiền, nên cần có giải pháp hữu hiệu hơn trong kiểm kê, đánh giá tình trạng rừng ngập mặn. Ngày nay, với sự phát triển của kỹ thuật thu thập dữ liệu từ vệ tinh, tình trạng lớp phủ hoặc sử dụng đất

của 1 khu vực hoàn toàn có thể được ghi nhận theo chu kỳ nhất định (16 ngày hoặc ngắn hơn 16 ngày đối với dữ liệu Aster). Dữ liệu này nếu được xử lý thích hợp có thể cung cấp cho chúng ta thông tin về tình trạng của rừng ngập mặn. Bằng cách so sánh dữ liệu rừng ngập mặn đã giải đoán của 2 thời điểm trong GIS (GIS cho phép xử lý khối lượng lớn thông tin địa lý) tình trạng biến động của rừng ngập mặn theo thời gian hoàn toàn có thể biết. Bài báo này trình bày kết quả đã đạt được từ việc sử dụng kết hợp kỹ thuật viễn thám và GIS trong giám sát biến động rừng ngập mặn Cần Giờ Tp. HCM.

## 2. PHƯƠNG PHÁP

Phát hiện biến động là quá trình nhận dạng sự khác biệt về trạng thái của một đối tượng hay hiện tượng bằng cách quan sát chúng tại những thời điểm khác nhau. Tiền đề cơ bản để sử dụng dữ liệu viễn thám cho việc phát hiện biến động là những sự thay đổi về lớp phủ phía trên bề mặt đất phải đưa đến sự thay đổi về giá trị bức xạ và những sự thay đổi về bức xạ do sự thay đổi lớp phủ mặt đất phải lớn so với những sự thay đổi về bức xạ gây ra bởi các yếu tố khác. Những yếu tố khác bao gồm (1) sự khác biệt về điều kiện khí quyển, (2) sự khác biệt về góc mặt trời và (3) sự khác biệt về độ ẩm của đất. Ảnh hưởng của các yếu tố này có thể được giảm từng phần bằng cách chọn dữ liệu thích hợp.

Nhiều phương pháp phát hiện biến động lớp phủ sử dụng dữ liệu số đã được đề xuất. Theo Singh (1989), chúng bao gồm: *so sánh các phân loại lớp phủ; phân loại ảnh đa thời gian; ảnh hiệu hoặc ảnh chia; sự khác biệt về chỉ số thực phủ; phân tích thành phần chính*.

Phân tích kết quả thực hiện từ các nghiên cứu đã công bố cho thấy các phương pháp phát hiện biến động khác nhau tạo ra các bản đồ biến động khác nhau. Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy:

- i. không có phương pháp nào thực sự vượt trội,
- ii. các phương pháp phát hiện biến động - trừ phương pháp *so sánh sau phân loại* và phương pháp *phân loại đa thời gian trực tiếp* - đều phải xác định ngưỡng phân chia bằng thực nghiệm để tách các pixels biến động và không biến động. Trong thực tế, việc xác định ngưỡng phân chia chính xác không là vấn đề đơn giản,
- iii. Phương pháp phân loại sử dụng tập các kênh đa phổ ở các thời điểm khác nhau để phát hiện biến động đòi hỏi phải chọn được các vùng mẫu thể hiện các vùng biến động và không biến động một cách phù hợp. Và điều này cũng không là vấn đề đơn giản đối với người

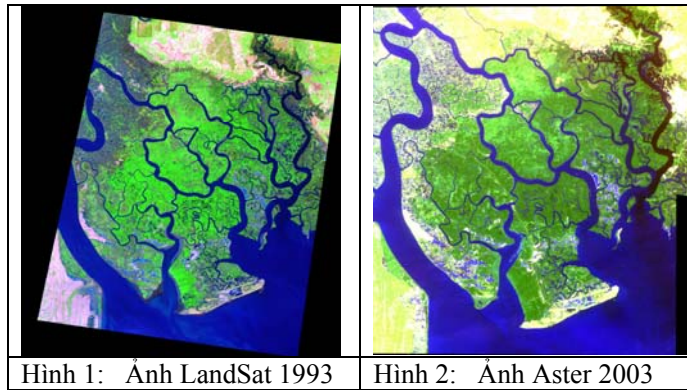
xử lý là nhân viên ở các cơ quan không chuyên trong lĩnh vực xử lý ảnh số, và

- iv. trong phương pháp *so sánh sau phân loại ảnh từng thời điểm* được phân loại độc lập nên tránh được nhiều vấn đề - thí dụ như không phải chuẩn hóa ảnh hưởng của khí quyển và bộ cảm ứng điện từ trên ảnh chụp tại các thời điểm khác nhau, không phải ghi nhận chính xác các ảnh đa thời gian với nhau, không phải lấy mẫu lại kích thước pixel trong trường hợp dữ liệu đa thời gian không cùng độ phân giải không gian. Bên cạnh ưu điểm này, việc hướng dẫn cho các nhân viên chuyên ngành thực hiện công việc phân loại ảnh cũng tương đối đơn giản. Ngoài ra phương pháp này cũng là phương pháp phù hợp cho việc chuyên kết quả qua hệ thống tin địa lý GIS để phân tích biến động sau phân loại.

Từ các phân tích trên, phương pháp nghiên cứu được đề xuất sử dụng là *phương pháp phân tích biến động sau phân loại*. Áp dụng phương pháp này, tập dữ liệu đa phổ của từng thời điểm được tiến hành phân loại độc lập để cho ra bản đồ rừng ngập mặn Cần Giờ tại một thời điểm. Sau đó tiến hành đánh giá biến động bằng cách so sánh bản đồ rừng ngập mặn thành lập tại 2 điểm thời gian trong GIS.

### 3. DỮ LIỆU

Dữ liệu ảnh vệ tinh dùng trong nghiên cứu là dữ liệu Landsat và Aster. Dữ liệu Landsat có 08 kênh phổ. Dữ liệu ASTER có đến 14 kênh phổ, số lượng kênh phổ là cao nhất từ trước đến nay so với những hệ thống thu ảnh đa phổ cùng loại. Dữ liệu Aster được thu nhận vào thời điểm 2003 và dữ liệu Landsat được thu nhận vào thời điểm 1993. Hình bên dưới thể hiện ảnh tổng hợp màu của rừng ngập mặn Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh được thu nhận tại 2 thời điểm.



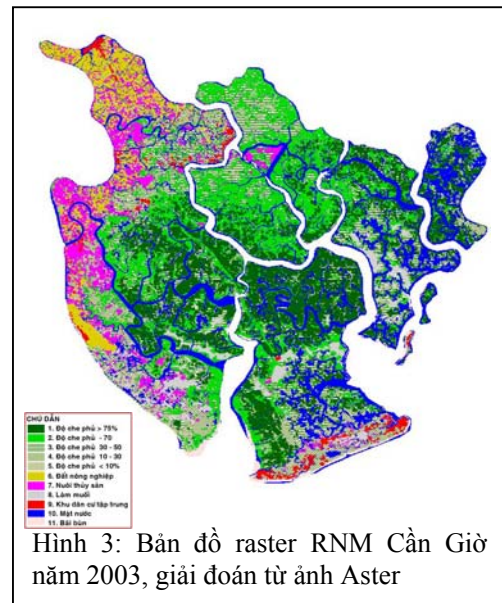
Hình 1: Ảnh Landsat 1993

Hình 2: Ảnh Aster 2003

#### 4. ỨNG DỤNG

##### 4.1 Thành Lập Bản Đồ Rừng Ngập Mặn Cần Giờ

Quy trình tổng quát như thể hiện trong hình 4 được đề xuất để xử lý tự động dữ liệu số thu thập từ vệ tinh phục vụ cho việc thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ/sử dụng đất của rừng ngập mặn. Áp dụng quy trình phân loại ảnh đề xuất, Ảnh vệ tinh của khu vực nghiên cứu được phân loại. Ảnh được phân loại ra thành 14 chủng loại, trong đó có 9 loại chính và có 2 chủng loại phụ là mặt nước và bãi bùn. Trong 9 loại chính, 5 loại được phân chia theo mức độ che phủ của rừng và 4 loại theo các kiểu thực phủ-sử dụng đất. Hình 3 thể hiện bản đồ ảnh nền Raster RNM khu vực Cần Giờ giải đoán từ ảnh Aster năm 2003.



Hình 3: Bản đồ raster RNM Cần Giờ năm 2003, giải đoán từ ảnh Aster

- **Đánh Giá Độ Chính Xác Phân Loại**

Độ chính xác trong phân loại, giải đoán thực hiện trên ảnh phân loại năm 2003. Độ chính xác phân loại của kết quả cuối cùng được đánh giá (bảng 1) dựa trên kết quả khảo sát thực địa, các điểm lấy mẫu đánh giá tập trung vào các khu vực chưa được khảo sát.

Kết quả đánh giá độ chính xác cho thấy độ chính xác toàn cục trong phân loại thành lập bản đồ RNM Cần Giờ là 80,90 % và Hệ số phù hợp Kappa là 78.80 %

Đánh giá độ chính xác chủng loại sử dụng hệ số kappa điều kiện cho thấy độ chính xác phân loại của loại che phủ cấp 10-30% là thấp nhất, chỉ khoảng 45,75%. Sai số thấp như vậy là do yếu tố rừng ngập mặn ở cấp này bị phân loại sai với rừng ngập mặn ở hai cấp 3 và 5. Đối với mặt nước thủy sản cũng chỉ đạt được khoảng 67,38% do mặt nước thủy sản bị phân loại nhầm với mặt nước làm muối, rừng ngập mật độ thấp, và bãi bùn ở một số khu vực.

Bảng 1: Ma trận sai số, hệ số Kappa đối với kết quả phân loại nhận được bằng phương pháp phân loại xác suất cực đại

														Độ CX Người Đùng	Kappa chúng loại	
		NM1	NM2	NM3	NM4	NM5	NN	TS	M	DC	MN	BB	Tổng			
Dữ liệu pñn loại	NM1	33	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	91.67	90.81
	NM2	4	60	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	71	84.51	81.43
	NM3	0	2	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	92.86	92.15
	NM4	0	1	5	32	10	13	0	0	0	2	0	0	63	50.79	45.75
	NM5	0	0	0	3	20	0	0	0	0	2	0	0	25	80.00	77.95
	NN	0	0	0	0	2	23	1	0	0	0	0	0	26	88.46	87.14
	TS	0	0	0	0	2	2	28	2	0	0	0	6	40	70.00	67.38
	M	0	0	0	0	0	0	3	25	0	0	0	0	28	89.29	88.51
	DC	0	0	0	0	3	0	0	0	23	0	0	0	26	88.46	87.75
	MN	0	0	0	0	0	3	0	0	0	28	0	0	31	90.32	89.48
	BB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	24	100.0	100.0
	Tổng		<b>37</b>	<b>66</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>32</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>398</b>		
Độ CX nhà sản xuất		89.19	90.91	72.22	86.49	54.05	56.1	87.5	92.59	100	87.5	80.00				

Độ chính xác toàn cục = 80.90 %

Kappa phù hợp = 78.80 %

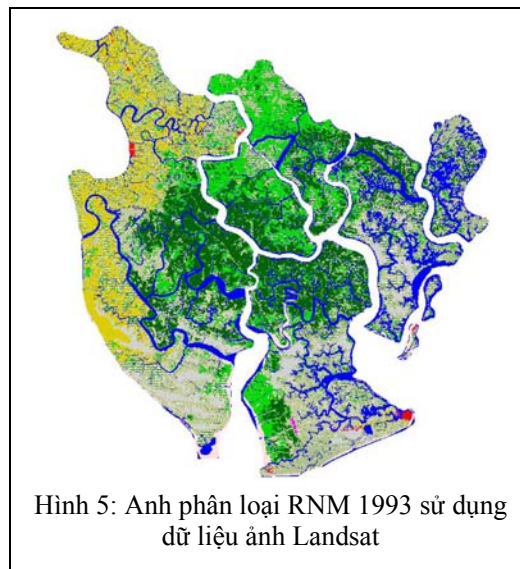
#### 4.2 Đánh Giá Biến Động Rừng Ngập Mặn Sau Phân Loại

Trên cơ sở sử dụng các ảnh Landsat 1993 và Aster 2003 để phân loại thực phủ RNM, 2 thời điểm bản đồ thực phủ RNM khu vực Cần Giờ đã được thành lập và sử dụng để đánh giá biến động RNM theo thời gian (hình 4 và 5).

Cả 2 thời điểm bản đồ hiện trạng đều được phân loại theo cùng hệ thống.

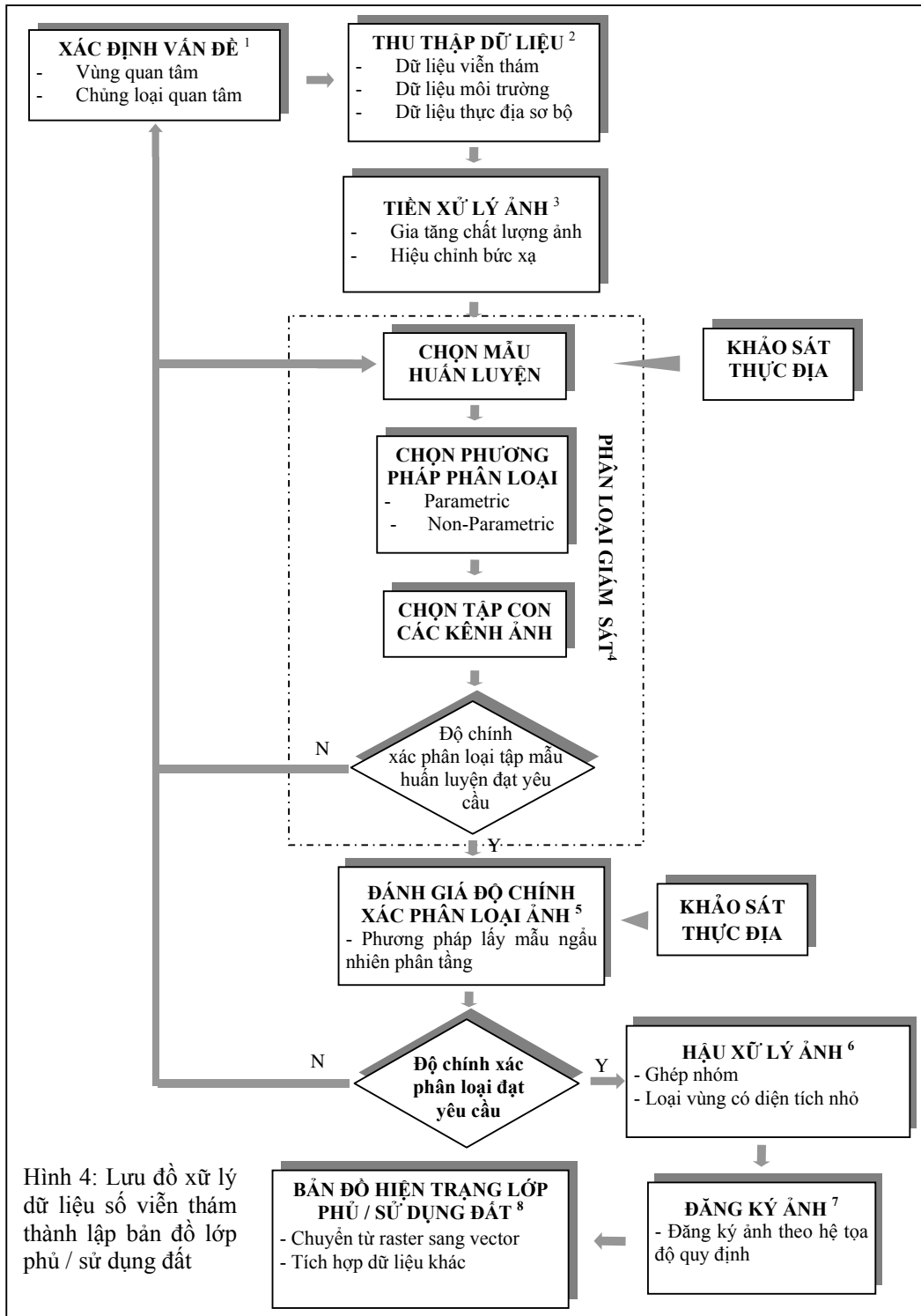
Biến động của đối tượng giữa các thời điểm được xác định qua sơ đồ hình 6. Trong sơ đồ này, ảnh phân loại ở mỗi thời điểm trong GIS được lưu dưới 2 thành phần: Lớp dữ liệu hình thể và bảng thuộc tính. Dữ liệu hình thể ở 2 thời điểm  $t_1$  và  $t_2$  được chồng lớp với nhau để tạo ra lớp dữ liệu hình thể tổng hợp của 2 thời điểm. Đi kèm với lớp dữ liệu hình thể tổng hợp là 1 bảng thuộc tính được tạo ra. Bảng thuộc tính này chứa tất cả thuộc tính của các đối tượng hình thể qua hai thời điểm. Hệ thống các câu điều kiện được xây dựng để kiểm tra giá trị của từng đối tượng (LU-T1 và LU-T2) qua hai thời điểm và xác định có hay không diện tích qua hai thời điểm là *tăng* hay *giảm*, loại sử dụng đất có *thay đổi* hay *không* (thí dụ,  $L \rightarrow M$ ,  $M \rightarrow L$ ,  $M, L$ ). Tình trạng biến đổi của từng đối tượng được ghi nhận vào cột “BIENDONG” trong bảng thuộc tính tổng hợp. Giá trị của cột

“BIENDONG” sẽ được dùng làm cơ sở để thể hiện trạng thái biến động của đối tượng trên

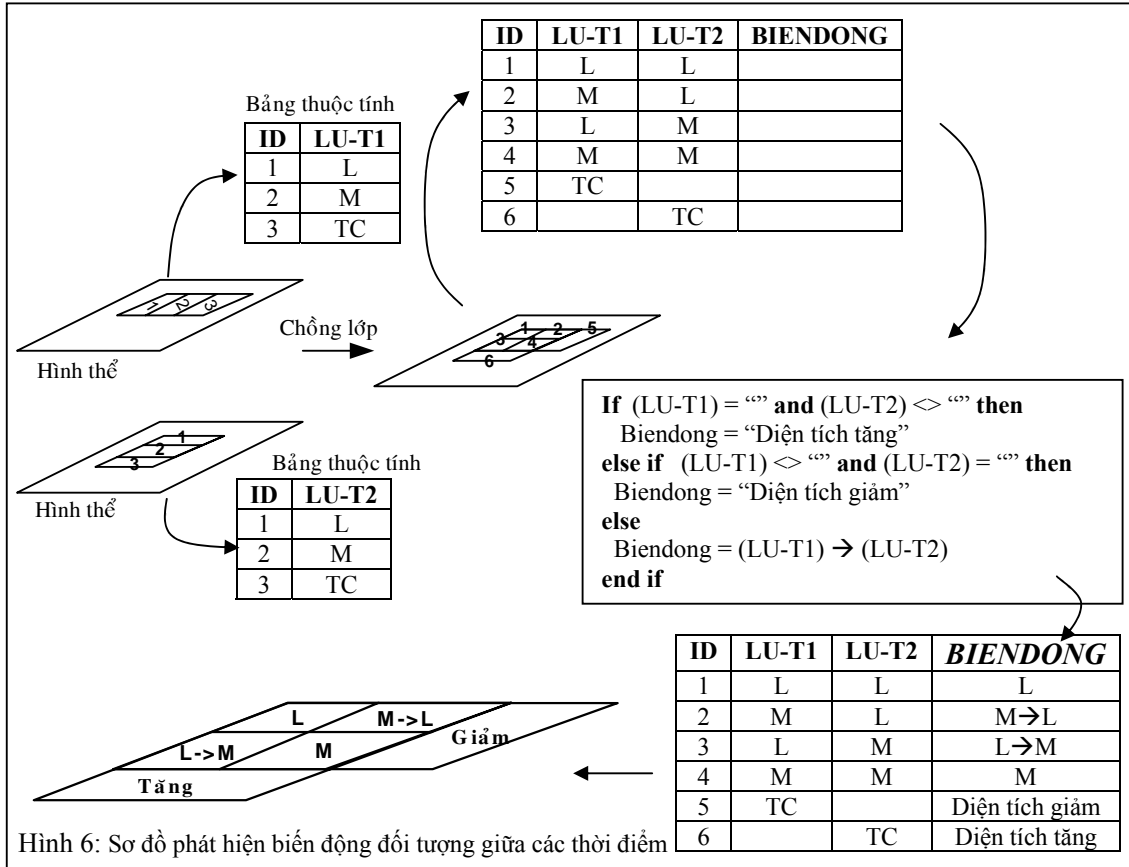


Hình 5: Ảnh phân loại RNM 1993 sử dụng dữ liệu ảnh Landsat

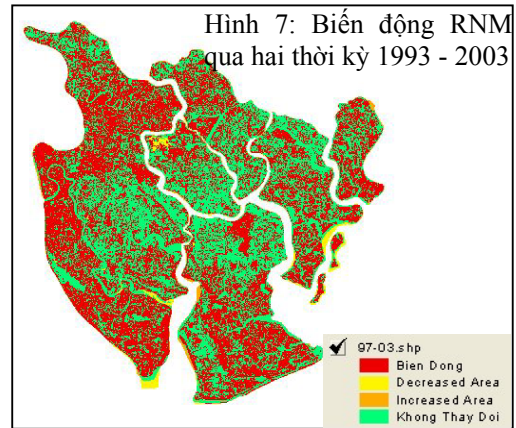
khu vực nghiên cứu 1 cách trực quan.



Hình 4: Lưu đồ xử lý dữ liệu số viễn thám thành lập bản đồ lớp phủ / sử dụng đất



Hình 7 minh họa kết quả phát hiện biến động rừng ngập mặn qua hai thời điểm 1993 và 2003 sử dụng sơ đồ trên. Do số lượng các cách biến động từ chủng loại này sang chủng loại khác là rất lớn nên bản đồ biến động đã được nhóm thành 4 chủng loại chính để dễ nhìn: đó là “Biến Động”, “Không thay đổi”, “Diện Tích Tăng”, và “Diện Tích giảm” qua 2 thời kỳ 1993 và 2003. Kết quả phát hiện biến động cho thấy có sự suy giảm tổng diện tích vùng rừng ngập mặn từ khoảng 39.000 ha năm 1993 xuống còn dưới 36.000 ha năm 2003.



• **Đánh Giá Độ Chính Xác Bản Đồ Biến Động**

Sai số phát hiện biến động có thể được đánh giá trên cơ sở sai số phân loại trong từng lớp dữ liệu đơn. Newcomer and Szajgin (1984) đã đưa ra một mô hình đối với hoạt động chồng lớp để phát hiện biến động từ 2 lớp dữ

liệu phân loại ở 2 thời điểm khác nhau. Trong mô hình này, độ chính xác của lớp dữ liệu đã cho  $i$ , được định nghĩa như tỉ lệ các ô trong lớp dữ liệu được phân loại chính xác.

Cho 2 lớp dữ liệu với độ chính xác  $p[E_1]$  và  $p[E_2]$ , độ chính xác của bản đồ tổng hợp hay độ chính xác phát hiện biến động, được cho bởi

$$p[\bar{E}_c] = p[\bar{E}_1 \cap \bar{E}_2] = p[\bar{E}_1]p[\bar{E}_2 / \bar{E}_1] \quad (1)$$

Xác suất điều kiện  $p[\bar{E}_2 / \bar{E}_1]$  là tỉ lệ ô được phân loại 1 cách chính xác trong lớp dữ liệu 1 cũng được phân loại 1 cách chính xác trong lớp dữ liệu 2. Phương trình (1) định nghĩa độ chính xác bản đồ tổng hợp như giao các ô được phân loại chính xác trong mỗi lớp dữ liệu.

Từ các phương trình trên, độ chính xác cực tiểu và cực đại của bản đồ tổng hợp có thể được xác định. Độ chính xác cực đại được cho bởi:

$$p[\bar{E}_c^{\max}] = \min\{p[\bar{E}_i]\} \quad i=1,2,\dots,n \quad (2)$$

Độ chính xác của bản đồ tổng hợp tốt nhất chỉ có thể đạt được bằng độ chính xác của lớp dữ liệu ít đúng nhất. Điều này sẽ xảy ra khi các ô phân loại sai trên mỗi lớp dữ liệu sẽ trùng khớp về mặt không gian với các ô phân loại sai trên lớp dữ liệu ít đúng nhất.

Độ chính xác cực tiểu được cho bởi:

STT	Nội dung	Giá Thành (đồng)
1	Mua Vật liệu	32.000.000
2	Khảo sát thực địa	35.000.000
3	Xử lý dữ liệu	50.000.000
4	In ấn	2.000.000
	<b>Tổng số</b>	<b>119.000.000</b>

Như vậy chi phí để thực hiện công việc giám sát biến động qua hai thời kỳ ước tính là vào khoảng 119.000.000 đ. Nếu diện tích khu vực xử lý là vào khoảng 700 km<sup>2</sup>, thì chi phí xử lý 1km<sup>2</sup> là vào khoảng 170.000 đồng (10,6US\$/1km<sup>2</sup>). Chi phí này là không cao. Chi phí xử lý biến động sẽ giảm đi ở lần xử lý biến động kế tiếp vì sẽ bớt được chi phí mua ảnh và chi phí khảo sát thực địa.

▪ **Tính khả thi của phương pháp**

- Giải quyết bài toán chồng lớp và bài toán thống kê trong GIS để đánh giá biến động.

$$p[\bar{E}_c^{\min}] = \max\left\{0, \left(1 - \sum_{i=1}^n p[E_i]\right)\right\} \quad (3)$$

Với  $p[E_i]$  là tỉ lệ các ô trong lớp dữ liệu  $i$  bị phân loại sai.

Trường hợp xấu nhất, độ chính xác của bản đồ tổng hợp sẽ bằng 1 trừ đi tổng tỉ lệ của các ô được phân loại sai trên mỗi lớp dữ liệu hoặc bằng 0 nếu giá trị tính được âm.

Trong nghiên cứu này, độ chính xác phân loại của bản đồ rừng ngập mặn khu vực Cần Giờ giải đoán từ ảnh Aster năm 2003 tính theo hệ số kappa là 78,80% và trong trường hợp nếu độ chính xác của bản đồ rừng ngập mặn giải đoán từ ảnh Landsat năm 1993 có độ chính xác bằng hoặc cao hơn độ chính xác 78,80% thì độ chính xác cực đại của bản đồ biến động qua hai năm cũng chỉ có thể đạt đến 78,80%.

**5. TÍNH KINH TẾ VÀ KHẢ THI CỦA PHƯƠNG PHÁP**

▪ **Tính kinh tế của phương pháp**

Được đánh giá trên cơ sở xem xét giá thành để thực hiện công việc giám sát biến động. Giá thành thực hiện phương pháp được ước tính trên cơ sở tổng hợp giá thành thực hiện các công việc cho trong bảng sau:

Phương pháp xác định biến động sử dụng trong nghiên cứu có thể được triển khai ra thực tế nếu giải quyết tốt các vấn đề sau:

- Có dữ liệu ảnh vệ tinh chụp tại các thời điểm cần đánh giá biến động.
- Giải quyết bài toán xử lý ảnh vệ tinh số để thành lập bản đồ rừng tại một thời điểm.

Thực tế cho thấy 3 vấn đề này hoàn toàn có thể giải quyết được:

- Đối với vấn đề dữ liệu ảnh vệ tinh: do dữ liệu vệ tinh đã được thương mại hóa nên người sử dụng có thể đặt mua dữ liệu vệ tinh một cách dễ dàng. Chu kỳ thu nhận ảnh thường ngắn, thí dụ 16 ngày đối với Landsat, nên cho phép có thể thu nhận ảnh của cùng 1 khu vực trong thời gian ngắn, và như vậy hoàn toàn có thể đáp ứng được yêu cầu giám sát biến động.
- Đối với vấn đề xử lý ảnh số để thành lập bản đồ rừng: phương pháp phân loại xác suất cực đại là một phương pháp phân loại cơ bản trong viễn thám, nên tất cả các phần mềm xử lý số đều có chức năng này.
- Đối với bài toán chồng lớp ảnh phân loại để thành lập bản đồ biến động: chức năng chồng lớp cũng là một chức năng cơ bản mà các phần mềm GIS đều có, nên việc chồng lớp để xác định biến động là hoàn toàn có thể.

Từ các nhận xét trên có thể kết luận rằng phương pháp xác định biến động sử dụng trong nghiên cứu là hoàn toàn có thể áp dụng được vào trong thực tế.

## 6. KẾT LUẬN

Mặc dầu được ứng dụng rộng rãi trên thế giới, việc ứng dụng kỹ thuật viễn thám và GIS trong công tác giám sát tài nguyên rừng ngập mặn ở Việt Nam vẫn còn gặp nhiều khó khăn đặc biệt liên quan đến các kỹ thuật xử lý số dữ liệu vệ tinh. Nhằm mục đích góp phần phổ biến việc ứng dụng kỹ thuật viễn thám và GIS vào trong công tác giám sát biến động rừng, bài báo giới thiệu phương pháp đánh giá biến động rừng sau phân loại. Áp dụng phương pháp này, tập dữ liệu đa phổ của từng thời điểm được tiến hành phân loại độc lập để thành lập bản đồ rừng ngập mặn từng thời điểm. Sau đó tiến hành đánh giá biến động bằng cách so sánh bản đồ rừng ngập mặn thành lập tại 2 điểm thời gian trong GIS. Phương pháp đánh giá biến động đã sử dụng hoàn toàn khả thi về phương diện kinh tế, phương diện kỹ thuật, cũng như hoàn toàn đáp ứng yêu cầu thực tế trong giám sát biến động.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Angelici, et al.. Techniques for Land Use Change Detection Using Landsat Imagery. *Proceedings of the American Society of Photogrammetry*, 217-228, 1977.
2. Ashbindu Singh. Digital Change Detection Techniques Using Remotely-Sensed Data. *INT. J. Remote Sensing*, 10, 6: 989-1003, 1989.
3. Congalton, R. G.. A review of Assessing the Accuracy of Classification of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, 37: 35-46, 1991.
4. Howarth, et al.. Procedure for Change Detection Using Landsat Digital Data. *International Journal of Remote Sensing*, 2, 277-291, 1981.
5. Jensen, J. R.. *Introductory Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1986.
6. Lillesand, T. M., and Kiefer, R. W. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons, New York, 1979.
7. NewComer, et al.. Accumulation of thematic map errors in digital overlay analysis. *The American Cartographer*, 11 (1) 58 – 62, 1984.
8. Rosenfield, G. H., and Fitzpatrick-Lins, K.. A coefficient of Agreement as a Measure of Thematic Classification Accuracy. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 52, 2: 223-227, 1986.
9. Schowengerdt, R. A.. *Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing*. Academic Press, New York, 1983.
10. Singh, A.. Change Detection in the Tropical Forest environment of Northeastern India Using Landsat. *Remote sensing and Tropical Land Management*, edited by M.J. Eden and J.T. Parry, 237-254, 1986.
11. Trần Trọng Đức. Sử Dụng Dữ Liệu Vệ Tinh Thăm Sát Tài Nguyên Trái Đất Để Thành Lập Bản Đồ Hiện Trạng Sử Dụng Đất. *Đề tài cấp bộ B2000-20-76*, 2002.