PHÁT HIỆN BẤT THƯỜNG TRÊN ẢNH HÀNG KHÔNG ỨNG DỤNG TRONG TÌM KIẾM CỨU NẠN

Đào Khánh Hoài[1*], Hồ Nhật Quang[1], Nguyễn Văn Phương[2]

Tóm tắt: *Ứng dụng ảnh hàng không và ảnh UAV phục vụ công tác tìm kiếm cứu nạn trên biển và đất liền là giải pháp công nghệ hiện đại và phù hợp với đặc thù của công tác tìm kiếm cứu nạn. Trong công tác tìm kiếm cứu nạn dựa trên phân tích ảnh hàng không sử dụng các thuật toán nhận dạng đối tượng hình học chưa bao hàm hết đặc thù của các dấu hiệu cần tìm kiếm. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đề xuất cách tiếp cận mới trong phát hiện bất thường trên ảnh hàng không dựa trên sự khác biệt về màu sắc. Thuật toán đề xuất được kiểm chứng thực nghiệm trên các bộ dữ liệu mẫu cho kết quả khả quan.*

Từ khóa: Phát hiện bất thường, Ảnh hàng không, Khác biệt màu sắc, Tìm kiếm cứu nạn.

1. MỞ ĐẦU

Phát hiện bất thường trên ảnh vệ tinh đa phổ và siêu phổ ứng dụng trong công tác tìm kiếm cứu nạn là hướng nghiên cứu phát triển được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm trong những năm gần đây. Trong công bố "Phát hiện mẫu quang học có phân bố không biết trước bằng phương pháp hằng số báo sai (CFAR)" của tác giả Reed Xiaoli và nhóm nghiên cứu [1] toán tử phát hiện dị thường Rx được đề xuất lần đầu và thử nghiệm phát hiện thành công các mục tiêu trên ảnh đa kênh thu từ các bộ cảm quang học. Toán tử này chiết tách các mục tiêu phân biệt về phổ so với nền xung quanh. Ở phiên bản đầu này để toán tử hoạt động hiệu quả thì các mục tiêu được khuyến cáo nên có kích thước nhỏ so với vùng nền. Các kết quả từ phân tích thuật toán Rx có tính rõ ràng và hiệu quả trong phát hiện các đặc trưng phổ có sự khác biệt nhỏ so với nền xung quanh. Để thuật toán làm việc hiệu quả hơn các tập dữ liệu gốc có thể được tiền xử lý để rút ngắn số chiều của dữ liệu. Trong nghiên cứu "Hệ thống tự động phát hiện mục tiêu cho các bộ cảm biến siêu phổ" của tác giả Marc A. Kolodner thuộc phòng thí nghiên vật lý ứng dụng phòng nghiên cứu không gian đại học Johns Hopkins Mỹ [3] các bộ lọc khớp tín hiệu, bộ lọc thích nghi cải biến từ thuật toán Rx cơ bản đã được ứng dụng hiệu quả trong phát hiện bất thường trên ảnh siêu phổ. Trong công bố "Xử lý tự động ảnh siêu phổ ứng dụng trong tìm kiếm cứu nạn dân sự" của tác giả Michael T. Eismann và nhóm nghiên cứu [4] phương pháp phát hiện mục tiêu dựa trên phát hiện dị thường bằng thuật thuật toán Rx trên tập dữ liệu siêu phổ đã được khảo sát và ứng dụng phát hiện mục tiêu có hiệu quả. Trong công bố "Tìm kiếm và cứu hộ từ không gian" của tác giả Ronald G. Wallacea và nhóm nghiên cứu thuộc trung tâm nghiên cứu không gian Goddard của NASA [2] đã chỉ ra rằng tìm kiếm và cứu nạn từ không gian cần được phân ra ba pha cơ bản: Tìm kiếm trên diện rộng, tìm kiếm trên diện hẹp và tìm kiếm điểm. Trong pha tìm kiếm điểm, ảnh hàng không và ảnh UAV là các dữ liệu được sử dụng để phân tích, phát hiện bất thường của các dấu hiệu cần tìm kiếm. Xử lý ảnh UAV để chiết tách đối tượng chủ yếu được tiếp cận theo hướng nhận dạng các đối tượng hình học. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả tiếp cận bàn toán phát hiện bất thường trên ảnh UAV, chụp từ bộ cảm biến ba kênh màu RGB, dựa trên phân tích màu sắc bằng toán tử phát hiện dị thường Rx.

2. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BẤT THƯỜNG TRÊN TẬP DỮ LIỆU ẢNH ĐA CHIỀU

Bài toán phát hiện dị thường trong tập dữ liệu ảnh quang học đa chiều lần đầu được trình bày trong nghiên cứu [1] của Reed Xiao Lee và nhóm nghiên cứu như sau. Trước hết, giả sử các vector cột

$$x(n)=[x_1(n), x_2(n),\ldots, x_j(n)]^T \quad (1a)$$

với n=1, 2, …., N đại diện cho J ảnh con tương quan (N>J) có thể chứa tín hiệu quang học với hình dạng biết trước và vị trí không biết trước. Tiếp theo giả sử:

$$S=[s(1), s(2), \ldots, s(N)] \quad (1b)$$

là một mẫu tín hiệu dạng vector hàng gồm N phần tử và

$$b=[b_1, b_2,\ldots, b_j]^T \quad (1c)$$

là vector cường độ tín hiệu không biết trước gồm J phần tử. Hai giả thuyết mà một bộ dò thích nghi phải phân biệt việc có tồn tại hay không mẫu bất thường b trong trong tín hiệu gốc x(n), được cho bởi

$$H_0: x(n) = x^0(n)$$

$$H_1: x(n) = x^0(n) + bs(n) \quad (2)$$

với n=1, 2, …, N còn $x(n)^0$ là vector nhiễu tạp dư. Để phân biệt hai giả thuyết trong (2) phương pháp kiểm chứng tổng quát tỷ số xác xuất cực đại GLR [2] được sử dụng. Nguyên lý GLR được mô tả tốt nhất bằng một tỷ số xác suất xác định trên một không gian mẫu X với tập tham số Ω.

Trong nghiên cứu [5] các tác giả đã chứng minh rằng sau phép trừ phù hợp cho giá trị trung bình ma trận hiệp phương sai của các kênh ảnh quang học tương quan có thể được xấp xỉ bằng ma trận đường chéo. Điều này chỉ ra rằng nhiễu tạp dư gần như có tính không phụ thuộc và tuân theo phân bố chuẩn trên các điểm ảnh [6-9]. Như vậy, có lý do hợp lý để giả định rằng nhiễu tạp dư có thể xấp xỉ với phân bố chuẩn trên các tập mẫu không gian. Một số hạn chế đối với giả định này được trình bày chi tiết trong [9].

Đặt $M \triangleq E\{[x(n) - Ex(n)][x(n) - Ex(n)]^T\}$

là ma trận hiệp phương sai chưa biết của vector ngẫu nhiên x(n) trong (1a) với n = 1, 2, …, N. Trong vấn đề hiện tại tập tham số

$$\Omega \triangleq \{\theta\} = \{[b, M] | M > 0\}$$

và hàm xác suất cực đại của b và M là

$$L(b,M) = \frac{1}{2\pi^{NJ/2}|M|^{N/2}} . exp\left[\frac{-1}{2}\sum_{n=1}^{N}\left(x(n) - Ex(n)\right)^T . M^{-1}(x(n) - Ex(n))\right]$$

$$= \frac{1}{2\pi^{NJ/2}|M|^{N/2}} . exp\left\{\frac{-1}{2} Tr[M^{-1}(X - EX)(X - EX)^T]\right\} \quad (3)$$

với $|M| \neq 0$ là định thức của M, $X = [x(1), \ldots, x(N)]$ là ma trận JxN của vectơ dữ liệu x(n) và Tr biểu diễn vết của ma trận.

Bước tiếp theo đặt ω là tập con trong không gian tham số Ω xác định bởi giả thuyết H_0. Theo ngôn ngữ phần bù các tập con ω và Ω - ω định nghĩa các giả tuyết H_0 và H_1 như sau:

$$H_0 \equiv [b, M] \in \omega \text{ và } H_1 \equiv [b, M] \in \Omega - \omega \tag{4a}$$

trong đó:

$$\omega = \{[0, M] | M > 0\} \tag{4b}$$

$$\Omega - \omega = \{[b, M] | M > 0, b \neq 0\} \tag{4c}$$

Phép kiểm chứng tổng quát tỷ số xác suất cực đại được viết lại như sau:

$$\Lambda(x) = \frac{\underset{b,M \in \Omega-\omega}{Max} \; L(b,M)}{\underset{b,M \in \omega}{Max} \; L(b,M)} \begin{matrix} \geq k, & \text{thì } H_1 \\ < k, & \text{thì } H_0 \end{matrix} \tag{5}$$

với $k \geq 0$ là ngưỡng kiểm tra.

Trong lý thuyết thống kê đa biến [10, 11] cực trị hàm xác xuất cực đại được tính như các công thức 6a và 6b:

$$\underset{b,M \in \Omega-\omega}{Max} \; L(b,M) = \frac{1}{2\pi^{NJ/2} |\acute{M}_b|^{N/2}} \exp\left(\frac{-NJ}{2}\right) \tag{6a}$$

và

$$\underset{b,M \in \omega}{Max} \; L(b,M) = \frac{1}{2\pi^{NJ/2} |\acute{M}_0|^{N/2}} \exp\left(\frac{-NJ}{2}\right) \tag{6b}$$

trong đó:

$$\acute{M}_0 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N} x(n)\, x^T(n) = \frac{1}{N} X X^T \tag{7a}$$

$$\acute{M}_b = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N} x_b(n)\, x_b^T(n) = \frac{1}{N} (X - bS)(X - bS)^T \tag{7b}$$

và

$$b = \frac{XS^T}{SS^T} \tag{7c}$$

là những ước tính khả dĩ nhất (MLE's) đối với các tham số chưa biết M và b trong các giả thuyết H_0 và H_1 tương ứng, ví dụ, xem [10, tr.430]. Như vậy, bằng cách thế (6a) và (6b) vào (5), kiểm chứng GLR được đưa về dạng:

$$\Lambda(X) = \frac{|\acute{M}_0|^{N/2}}{|\acute{M}_b|^{N/2}} \begin{matrix} \geq k, & \text{thì } H_1 \\ < k, & \text{thì } H_0 \end{matrix} \tag{8}$$

Lấy căn bậc N/2th, kiểm chứng (8) này tương đương với (9)

$$\lambda(X) = \frac{|\acute{M}_0|}{|\acute{M}_b|} \begin{matrix} \geq c, & \text{thì } H_1 \\ < c, & \text{thì } H_0 \end{matrix} \tag{9}$$

trong đó, $c = k^{2/N}$. Thay thế (7a), (7b) và (7c) vào (9) ta được công thức kiểm chứng rõ ràng ở dạng (10):

$$\lambda(X) = \frac{|XX^T|}{\left|XX^T - \frac{(XS^T)(XS^T)^T}{SS^T}\right|} \begin{matrix} \geq c, & \text{thì } H_1 \\ < c, & \text{thì } H_0 \end{matrix} \tag{10}$$

Để tiếp tục đơn giản hóa (10) lưu ý đầu tiên là nghịch đảo của XX^T tồn tại với xác suất bằng một [11]. Do đó, kiểm chứng (10) có thể được đơn giản hóa bằng cách tách định thức ma trận XX^T ra khỏi mẫu số về dạng (11):

$$\lambda(X) = \frac{|XX^T|}{|XX^T| \left|1 - (XX^T)^{-1/2} \frac{(XS^T)(XS^T)^T}{SS^T} (XX^T)^{-1/2}\right|}$$

$$= \frac{1}{1-\frac{(XS^T)^T(XS^T)^{-1}(XS^T)}{SS^T}} \quad (11)$$

Từ công thức (11) ta thấy rằng phép kiểm chứng tổng quát xác suất cực đại (5) về việc có tồn tại tín hiệu dị thường b trong tín hiệu gốc x(n) hay không được đưa về dạng (12):

$$r(X) = \frac{(XS^T)^T(XX^T)^{-1}(XS^T)}{SS^T} \begin{matrix} \geq r_0, & \text{thì } H_1 \\ < r_0, & \text{thì } H_0 \end{matrix} \quad (12)$$

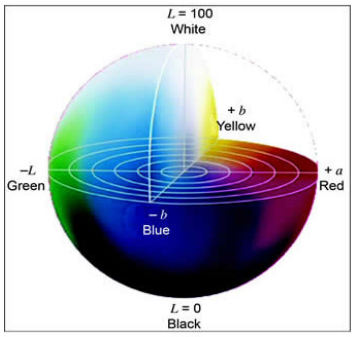
3. PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BẤT THƯỜNG TRÊN ẢNH HÀNG KHÔNG DỰA TRÊN SỰ KHÁC BIỆT VỀ MÀU SẮC

Phân tích ảnh hàng không ứng dụng trong công tác tìm kiếm cứu nạn có thể được tổng quát hóa là công việc nhận dạng các dấu hiệu bất thường có liên quan đến các đối tượng cần tìm kiếm cứu nạn. Các dấu hiệu tìm kiếm rất đa dạng và trong nhiều trường hợp rất khác biệt, tách rời và thậm chí là không liên quan trực tiếp đến đối tượng cần tìm kiếm. Các dấu hiệu tìm kiếm còn phụ thuộc vào cả thời gian tiến hành tìm kiếm. Ví dụ, khi sử dụng ảnh hàng không hoặc ảnh vệ tinh để tìm kiếm máy bay rơi trên đất liền. Nếu ảnh chụp khu vực báo nạn trong khoảng thời gian ngắn sau tai nạn thì dấu hiệu tìm kiếm đầu tiên nảy ra trong đầu các nhà phân tích ảnh sẽ là các đám khói. Nếu ảnh chụp sau thời điểm báo nạn một khoảng thời gian dài hơn dấu hiệu tìm kiếm có thể là các vệt đổ của thực vật do máy bay gây ra khi tiếp đất. Khi đối tượng tìm kiếm là con người thì dấu hiệu tìm kiếm trên ảnh hàng không cũng khá đa dạng. Độ phân giải không gian của ảnh hàng không phổ biến ở dải 0.15-0.3 mét. Đối tượng vật lý con người thường không hiện diện trên ảnh để nhận dạng, nếu có thì do cấu trúc địa hình bề mặt trái đất, sự che khuất do các đối tượng khác, độ phân giải ảnh và tư thế ngẫu nhiên khi bị nạn hình dạng đối tượng người trên ảnh hàng không cũng không tuân theo một khuân mẫu chuẩn mực nào thuận lợi cho việc nhận dạng hình học. Một gợi ý tiếp theo chính là các đồ vật đi kèm với đối tượng tìm kiếm. Tương tự như đối tượng người cách tìm kiếm bằng nhận dạng hình học cũng sẽ gặp khó khăn do mẫu nhận dạng không còn chuẩn tắc. Một cách tiếp cận nữa có thể ứng dụng được để phân tích ảnh hàng không ứng dụng trong tìm kiếm cứu nạn là phân tích màu sắc các vật thể có liên quan hoặc đi kèm với đối tượng cần tìm kiếm. Nhiều vật thể đi kèm trên máy bay bị nạn có màu sắc khác biệt với màu nền xung quanh trên bề mặt, đặc biệt khi tai nạn xảy ra ở các khu vực rừng núi hay trên biển. Một câu hỏi tiếp theo được đặt ra là sự khác biệt về màu sắc thể hiện như thế nào trên ảnh màu ba kênh RGB thu từ máy ảnh hàng không. Bằng cách nào để các thành phần màu sắc có ảnh hưởng chính trong quá trình phân tích bất thường bằng thuật toán tự động. Theo cách tư duy này nhóm nghiên cứu chọn giải pháp xây dựng thuật toán phát hiện khác biệt màu dựa trên toán tử Rx để phát hiện sự khác biệt về màu sắc điểm ảnh trong không gian màu LAB. Không gian màu LAB được lựa chọn để loại bỏ sự ảnh hưởng của chiếu sáng không đều đặc biệt là những vùng có kết cấu phản quang mạnh. Tính chất tách kênh độ chiếu sáng ra khỏi màu sắc không có ở các mô hình màu khác.

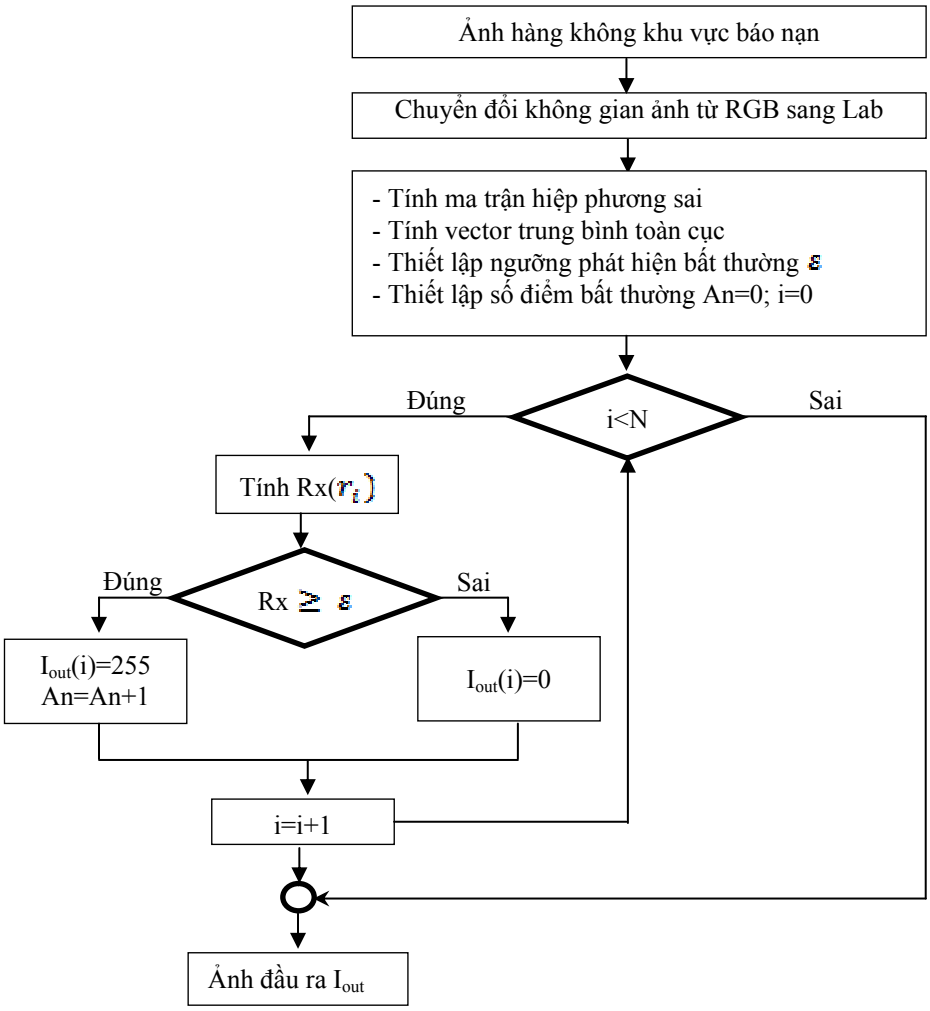
Trong không gian hệ màu LAB [12], màu được biểu diễn bằng một tổ hợp 3 kênh như hình 1:Kênh L (Lightness-Luminance) là trục thẳng đứng, biểu diễn độ chiếu sáng, có giá trị từ 0 (Black) đến 100 (White). Kênh này hoàn toàn chỉ chứa thông tin về độ sáng, không chứa giá trị màu thực sự;Kênh "a" chứa giá trị màu từ

Green (-) cho tới Red (+); Kênh "b"chứa giá trị màu từ Blue (-) tới Yellow (+).Do thông tin màu sắc và độ chiếu sáng của điểm ảnh được biểu diễn tách ra như vậy, chúng ta có thể tách ra hai kênh màu "a" và "b" để phân tích sự khác biệt màu sắc của điểm ảnh với lân cận xung quanh nó. Kênh độ sáng L, như phân tích ở trên, không tham gia vào quá trình phát hiện khác biệt màu nên không làm ảnh hưởng tới kết quả phát hiện các điểm ảnh dị thường.

Chi tiết công thức chuyển đổi từ hệ màu RGB về LAB và ngược lại khá phổ thông và được mô tả chi tiết trong nhiều nguồn tài liệu [12]. Lưu đồ thuật toán phát hiện khác biệt màu trên ảnh hàng không ứng dụng cho công tác tìm kiếm cứu nạn được trình bày như dưới đây:



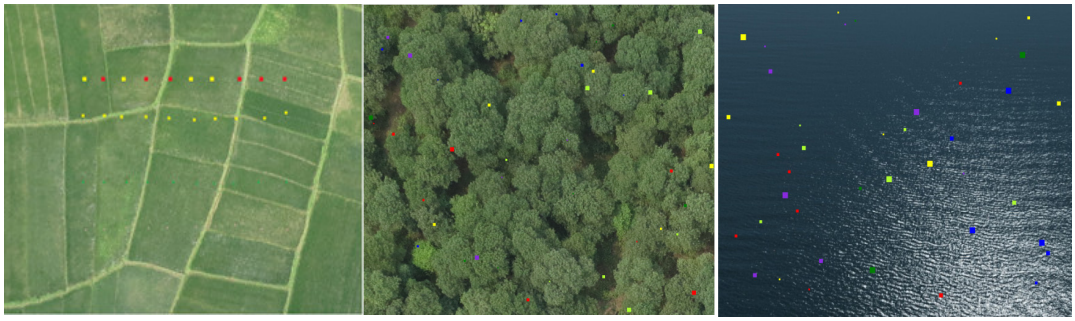
Hình 1. *Minh họa không gian màu Lab.*



Hình 2. *Lưu đồ thuật toán phát hiện bất thường dựa trên sự khác biệt màu.*

4. THỰC NGHIỆM PHÁT HIỆN BẤT THƯỜNG TRÊN TẬP ẢNH HÀNG KHÔNG

Dữ liệu ảnh hàng không thu chụp trong các tình huống tìm kiếm cứu nạn thực tế còn rất hiếm. Nhóm nghiên cứu chọn giải pháp thực nghiệm phương pháp đề xuất trên ba bộ dữ liệu mẫu. Ba mẫu dữ liệu ảnh hàng không được chụp từ máy ảnh SonyWXRGB lắp trên máy bay không người lái Swinglet ở độ cao 600 mét tại các khu vực Ba Vì Hà Nội, biển Đà Nẵng trích từ phần dữ liệu thực nghiệm đề tài cấp nhà nước mã số *VT-UD.04/16-20* thuộc chương trình KHCN vũ trụ. Trên mẫu ảnh 01, chụp địa hình đồng bằng, kích thước 924x732 điểm ảnh, 40 cụm màu mục tiêu với 4 loại kích thước 10x10, 7x7, 5x5, 3x3 điểm ảnh được gieo đều trên bốn hàng. Trên các mẫu ảnh 02, chụp địa hình rừng, kích thước 867x728 điểm ảnh và mẫu 03, chụp biển, kích thước 658x529 điểm ảnhsố lượng cụm màu mục tiêu như trên được gieo ngẫu nhiên cả về vị trí lẫn màu sắc.



Hình 3. *Ba mẫu ảnh thực nghiệm.*

Sử dụng thuật toán Rx cơ bản để phát hiện bất thường trên ba mẫu ảnh trên theo hai kiểu dữ liệu đầu vào như sau:

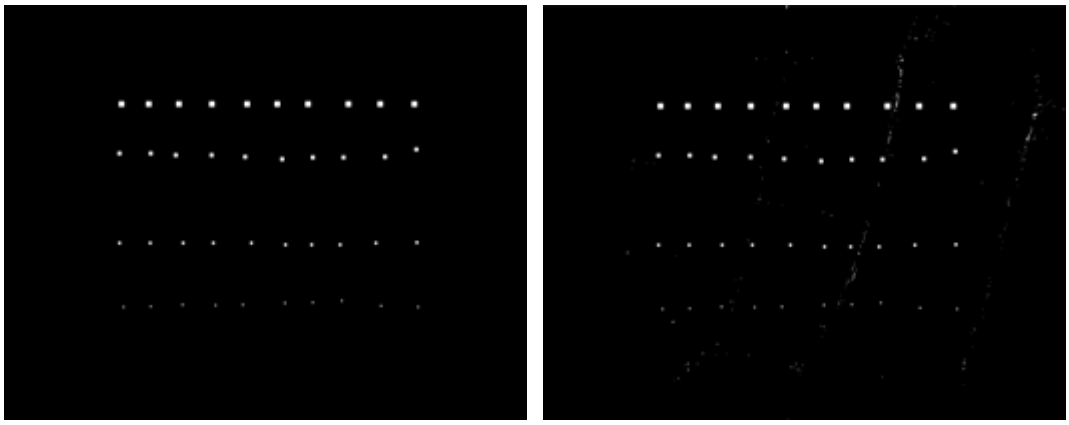
- Sử dụng 3 kênh RGB của ảnh hàng không trên là đầu vào của thuật toán;
- Chuyển đổi không gian màu RGB của ảnh hàng không trên thành không gian màu Lab, sử dụng 2 kênh a và b làm đầu vào của thuật toán.
- Trong nghiên cứu này ngưỡng phát hiện được lấy dựa trên miền giá trị thực tế của giá trị dị thường Rx.

Kết quả tìm kiếm bất thường dựa trên màu được thể hiện trong bảng dưới đây:

Bảng 1.

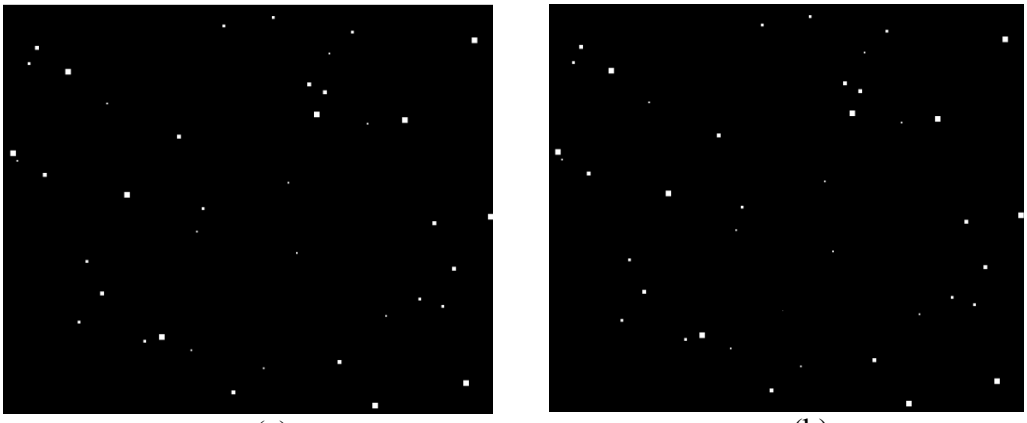
TT	Dữ liệu đầu vào	Tỷ lệ phát hiện đúng	Tỷ lệ phát hiện sai	Ngưỡng bất thường
1	Ảnh1_RGB		30,43%	25
2	Ảnh1_Lab	100%		
3	Ảnh2_RGB		0.054%	25
4	Ảnh2_Lab	100%		
5	Ảnh3_RGB		7,05%	25
6	Ảnh3_Lab	100%		

Các ảnh kết quả thể hiện trên các hình 4, 5, 6 như sau:



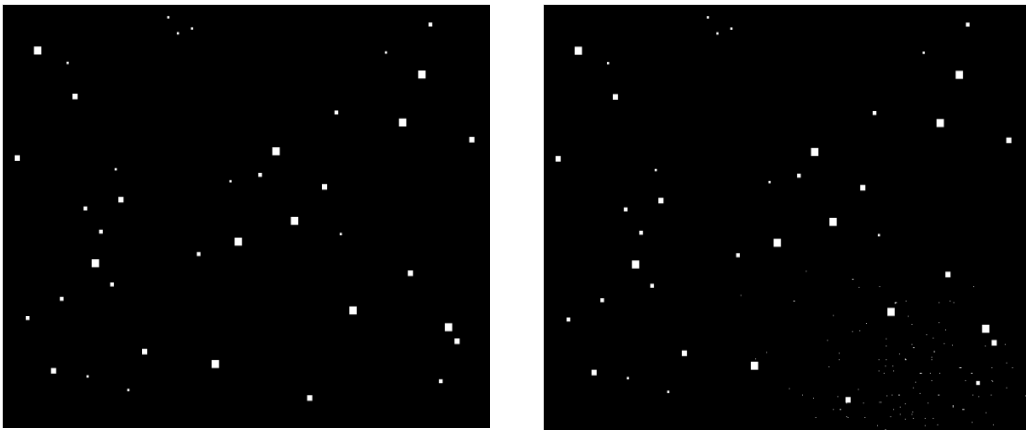
(a) (b)

Hình 4. *Kết quả phát hiện bất thường với mẫu ảnh thứ nhất, không gian màu Lab (a), không gian màu RGB (b).*



(a) (b)

Hình 5. *Kết quả phát hiện bất thường với mẫu ảnh thứ hai, không gian màu Lab (a), không gian màu RGB (b).*



(a) (b)

Hình 6. *Kết quả phát hiện bất thường với mẫu ảnh thứ hai, không gian màu Lab (a), không gian màu RGB (b).*

Căn cứ kết quả thử nghiệm trên ba mẫu ảnh hàng không cho thấy thuật toán Rx cơ bản phát hiện các đối tượng bất thường dựa trên màu sắc rất tốt. Khi chuyển không gian màu RGB sang không gian màu Lab thuật toán cho kết quả tốt nhất.

5. KẾT LUẬN

Trong công tác tìm kiếm cứu nạn việc nâng cao tỷ lệ phát hiện dấu hiệu bất thường mang ý nghĩa quang trọng, rút ngắn thời gian và phí tổn tài chính, sức lực, tinh thần, đồng thời nâng cao cơ hội cứu nạn. Phương pháp phát hiện dấu hiệu bất thường trên ảnh hàng không đề xuất trong bài báo đã được tiếp cận khoa học dựa trên sự kết hợp của toán tử phát hiện dị thường Rx với ảnh hai kênh màu trong mô hình màu LAB để loại bỏ ảnh hưởng của độ chiếu sáng không đều trên ảnh, đặc biệt là các vùng phản quang mạnh. Kết quả thực nghiệm trên các bộ dữ liệu mẫu cho kết quả phát hiện các điểm ảnh bất thường tốt hơn trên ảnh gốc và phù hợp với lập luận đề xuất. Kết quả ban đầu này của nhóm nghiên cứu sẽ từng bước được kiểm nghiệm trên các loại dữ liệu vệ tinh quang học trong các nghiên cứu tiếp theo để phát hiện đối tượng trôi dạt trên biển. Các mô hình cải biên của bộ phát hiện Rx, phương pháp lấy ngưỡng tự động và giải pháp song song trên tập dữ liệu lớn cũng sẽ được khảo sát trong các nghiên cứu tiếp theo.

***Lời cảm ơn**: Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí từ đề tài nghiên cứu cứu khoa học cấp quốc gia mã số VT-UD.04/16-20 thuộc Chương trình KHCN vũ trụ, sự giúp đỡ về ý tưởng khoa học của Thiếu tướng GS. TS. Nguyễn Lạc Hồng PGĐ Học viện KTQS, sự giúp đỡ về ý tưởng ứng dụng thực tế của Đại tá Ths. Trần Văn Kim Trưởng Trung tâm quốc gia điều hành tìm kiếm cứu nạn và ứng phó sự cố thiên tai/UBTKCNQG, sự góp ý chuyên môn của các cộng sự Khoa CNTT, sự tạo điều kiện của Viện Kỹ thuật CTĐB - HVKTQS để nghiên cứu này được tiến hành thuận lợi.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. I. S. Reed, X. Yu *"Adaptive Multiple-Band CFAR Detection of an Optical Pattern with Unknown Spectral Distribution"* IEEE transactions on acoustics. speech. and signal processing, Vol. 38, No. 10 (1990), pp. 1760-1770.

[2]. R. G. Wallacea, D. W. Affensa, S. W. McCandless, Jr.b, *"Search and rescue from space",* Part of the SPIE Conference on Automatic Target Recognition VIII, Vol. 3371, (1998), pp. 174-184.

[3]. M. A. Kolodner*"Automated target detection system for hyperspectral imaging sensors"* Applied optics, Vol. 47, No. 2 (2008), pp. F61-F70.

[4]. M. T. Eismann, S. Member, A. D. Stocker, N. M. Nasrabadi*"Automated Hyperspectral Cueing for Civilian Search and Rescue"* Proceedings of the IEEE, Vol. 97, No. 6 (2009), pp. 1031-1055.

[5]. A. Margalit,I. S. Reed, R. M. Gagliardi, *"Adaptive optical target detection using correlated images"* IEEE Trum. Aerosp. Electron. Syst., Vol. AES-21, (1985).

[6]. A. Margalit*"Adaptive detection of stationary optical and IR targets using correlated scenes"* Ph.D. dissertation, Univ. Southern California, Los Angeles, CA, (1984).

[7]. B. R. Hunt,T. M. Cannon *"Nonstationary assumptions of Gaussian models of images"* IEEE Truns. Syst., Mun. Cyhern. (1976).

[8]. K. M. Yang*"Problems in detection and estimation"* Ph.D. dissertation, Univ. Southern California, Los Angeles,(1987).

[9]. L. E. Brennan, I. S. Reed*"An adaptive array signal algorithm for communications"* IEEE Truns. Aerosp. Electron. Syst,Vol. AES-18, (1982).
[10]. T. W. Anderson, *"An Introduction to Multivuriute Srntisticul Anulysis"*. 2nd ed. New York: Wiley, (1982).
[11]. R. J. Muirhead *"Aspects of Multivariate Stutisticul Theory",* New York: Wiley,(1982).
[12]. D. Margulis *"Photoshop LAB Color: The Canyon Conundrum and Other Adventures in the Most Powerful Colorspace"*Peachpit Press, (2005).

ABSTRACT

ANOMALY DETECTION ON AREAL IMAGERY
FOR SEARCH AND RESCUE

Nowadays, application of Areal and UAV images in search and rescue works is an appropriate, modern and effective approach. In areal image analysis for search and rescue pattern recognition methods based on geometric object identification do not cover the specific signatures of search objects. In this reseach, an approach for anomaly detection on RGB areal imagery based on color difference is proposed. The proposed algorithm has been verified on test dataset and showed reliable results.

Keywords: Anomaly detection, Areal images, Color difference, Search and rescue.

Nhận bài ngày 01 tháng 3 năm 2017
Hoàn thiện ngày 04 tháng 4 năm 2017
Chấp nhận đăng ngày 05 tháng 4 năm 2017

Địa chỉ: [1]Học viện Kỹ thuật quân sự;
[2]Dự khóa NCS tại Học viện Kỹ thuật quân sự.
[*]Email : geogroup2008@gmail.com