

GIỚI THIỆU KHẢ NĂNG LÀM GIẢM ẢNH HƯỞNG MÂY MỜ TRÊN ẢNH VIỄN THÁM CỦA PHẦN MỀM XỬ LÝ ẢNH SCANEX IMAGE PROCESSOR 3.0

ThS. NGUYỄN TUẤN ANH
ThS. HOÀNG MINH HẢI
KS. KHỔNG THỊ VIỆT ANH
Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Tóm tắt:

Nội dung của bài báo giới thiệu về thuật toán, quy trình và khả năng làm giảm ảnh hưởng mây mờ trên ảnh vệ tinh của phần mềm xử lý ảnh viễn thám ScanEx Image Processor 3.0, từ đó thử nghiệm trên một số loại ảnh Viễn thám và đánh giá tính hiệu quả, tính khả thi trong điều kiện áp dụng ở Việt Nam.

1. Mở đầu:

Trong thời gian gần đây với việc phát triển mạnh của công nghệ vũ trụ đã cho phép việc nghiên cứu và làm chủ không gian là mục tiêu của các nước trong khu vực cũng như trên thế giới trong đó có Việt Nam. Điều này đã tạo điều kiện cho công nghệ viễn thám ngày càng phát triển. Chúng ta đã chủ động và nhanh chóng có được nhiều loại dữ liệu viễn thám khác nhau để quan sát bề mặt Trái đất. Trong bối cảnh như vậy đòi hỏi các công nghệ đa dạng về phân tích, xử lý ảnh tạo ra các ứng dụng và sản phẩm phục vụ đa ngành đa mục đích sử dụng góp phần vào công cuộc xây dựng phát triển đất nước bảo vệ nguồn tài nguyên thiên nhiên và môi trường.

Trong khuôn khổ dự án tăng cường năng lực cho Viện Nghiên cứu Địa chính (nay là Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ) - Bộ Tài nguyên và Môi trường, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ đã được trang bị phần mềm xử lý ảnh viễn thám ScanEx Image Processor 3.0 từ Trường Đại học tổng hợp Trắc địa và Bản đồ Quốc gia Matxcova (MIIGAİK). Đến nay, bước đầu phần mềm này đã được đưa vào khai thác ứng dụng tại Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ trong công

tác nghiên cứu xử lý ảnh viễn thám. Ngoài khả năng xử lý các loại ảnh đa dạng với các chức năng xử lý ảnh thông dụng, phần mềm còn có một số các chức năng nổi bật khác như khả năng làm giảm ảnh hưởng mây mờ, tạo mô hình 3D, tính toán quỹ đạo vệ tinh và tích hợp môi trường GIS. Việc hợp tác nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ này còn mở ra cho các cán bộ nghiên cứu khoa học của Viện có thêm một lựa chọn mới trong việc trao đổi thông tin, phối hợp nghiên cứu khoa học công nghệ với các trung tâm hàng đầu trên thế giới về lĩnh vực trắc địa và bản đồ nói chung cũng như xử lý ảnh viễn thám nói riêng.

2. Khả năng làm giảm ảnh hưởng mây mờ trên ảnh vệ tinh của phần mềm ScanEx Image Processor.

Mây, sương mù, khói mù trên ảnh viễn thám là một vấn đề phổ biến của các cảnh ảnh hiện nay. Điều này làm ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả và chất lượng các sản phẩm được làm ra từ ảnh vệ tinh và ảnh hàng không. Việt Nam là một nước có khí hậu nhiệt đới gió mùa, nóng ẩm quanh năm cho nên các dữ liệu chụp mặt đất hầu như luôn luôn bị ảnh hưởng bởi mây che phủ. Làm giảm đáng kể ảnh hưởng của mây là

một công đoạn không thể thiếu trong quy trình xử lý dữ liệu ảnh vệ tinh để thành lập bản đồ thể hiện bề mặt trái đất.

Phần mềm ScanEx Image Processor 3.0 đã xây dựng được tính năng làm giảm bớt ảnh hưởng của mây mờ. Trong phần tiếp theo trình bày kỹ thuật hiệu chỉnh tương đối làm giảm ảnh hưởng của mây mờ trong từng cảnh ảnh.

2.1. Giới thiệu về thuật toán HOT

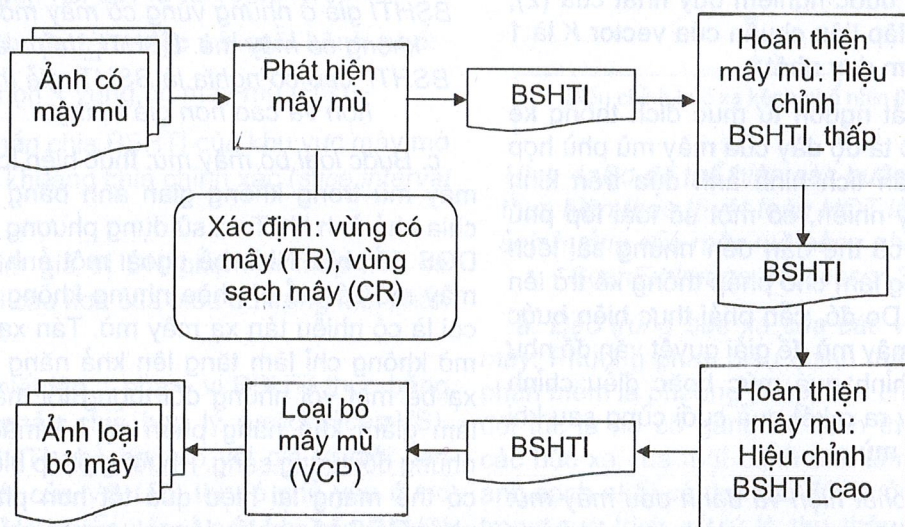
Để làm giảm ảnh hưởng của mây mù che phủ, phần mềm sử dụng thuật toán HOT (Haze Optimized Transform), được phát triển bởi B. Guindon và Y.Zhang. Thuật toán này dựa trên sự tương quan khác biệt giữa các kênh phổ nhìn thấy với các trạng thái khí quyển khác nhau như là thể hiện sự tương quan cao đối với các đối tượng mặt đất trong điều kiện trời quang đãng nhưng khác nhau ở mức độ nhạy cảm với mây mù của giá trị độ xám ảnh. Ví dụ nếu trong khí quyển không có mây mù thì các kênh phổ nhìn thấy rất rõ nét trong toàn bộ tấm ảnh (trong tất cả phạm vi độ sáng nhưng nếu có một lượng

nhỏ mây mù che phủ thì sẽ làm giảm khả năng quan sát các địa vật. Đây là một thực tế cho phép xây dựng lên một "ảnh HOT". Các bước cơ bản để xử lý ô nhiễm mây mù trong không gian ảnh của thuật toán HOT được thể hiện qua sơ đồ sau: (Xem hình 1)

a. Bước phát hiện mây mù: Với đầu vào là ảnh có mây mù thì bước đầu tiên là cần phải phát hiện mây mù. Tại đây phân chia ra thành 2 khu vực là khu vực có mây (Thick haze region - TR) và khu vực sạch mây (Clean haze region - CR). Mục tiêu của bước này là phát hiện mây mù và xử lý tất cả các loại đối tượng phủ lên mặt đất giống như là một lớp nền. Vì vậy cần có một chỉ số để mô tả được độ dày của mây mờ gọi tắt là chỉ số mật độ mây mù (Background suppressed haze thickness index - BSHTI).

$$BSHTI = k_1 \text{band}_1 + k_2 \text{band}_2 + k_3 \text{band}_3 + k_4 \quad (1)$$

Trong đó các kênh 1/2/3 là số kỹ thuật số (digital number - DN) của các kênh tương ứng blue/green/red. k_1, k_2, k_3, k_4 là 4 tham số có giá trị được xác định thông qua việc tối đa hóa các hàm số.



Hình 1: Sơ đồ giải thích phương pháp xử lý ảnh hưởng mây mờ trong không gian ảnh. Hình chữ nhật thể hiện các bước chính xử lý của phương pháp, hình chữ nhật vát góc chứa một số thông tin cần thiết và các hình còn lại là dữ liệu ảnh.

Hàm số: $M_{BSHTI_TR}/SD_{BSHTI_CR}$

Giả thiết tại khu vực không mây coi như $M_{BSHTI_CR} = 0$

Trong đó M_{BSHTI_TR} là BSHTI của khu vực có mây mù dày (TR), M_{BSHTI_CR} là BSHTI của khu vực không mây (CR), SD_{BSHTI_CR} là độ lệch chuẩn của BSHTI trong CR. Giá trị lớn nhất của hàm số có thể đạt được thông qua công thức dưới đây:

$$\frac{\partial score}{\partial k_1} = \frac{\partial score}{\partial k_2} = \frac{\partial score}{\partial k_3} = 0 \Rightarrow (2)$$

$$\Rightarrow KS = M_{CR} - M_{TR}$$

Trong đó K là véc tơ 1×3 (k_1, k_2, k_3), S là ma trận hiệp phương sai có kích thước (3×3) của các kênh 1/2/3 tính từ các điểm ảnh của khu vực không có mây, và KS là véc tơ (1×3) . M_{CR} và M_{TR} là các giá trị pixel của các kênh 1/2/3 của từng điểm ảnh tương ứng trong CR và TR , chúng đều là các véc tơ (1×3) . Nếu tính được K , thì việc tính k_4 sẽ được thực hiện dễ dàng thông qua công thức:

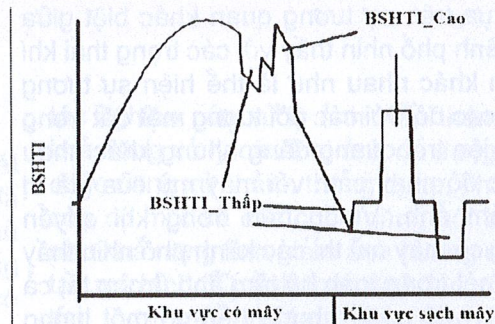
$$M_{BSHTI_CR} = 0.$$

Xác định được nghiệm duy nhất của (2), từ đây thiết lập tiêu chuẩn của vector K là 1 cho 1 nghiệm duy nhất.

BSHTI bắt nguồn từ mục đích thống kê tối ưu và mô tả độ dày của mây mù phù hợp với việc phân tích hình ảnh dựa trên kinh nghiệm. Tuy nhiên, có một số loại lớp phủ bề mặt giả có thể dẫn đến những sai lệch nghiêm trọng làm cho phép thống kê trở lên bất thường. Do đó, cần phải thực hiện bước hoàn thiện mây mù để giải quyết vấn đề như việc điều chỉnh quá mức hoặc điều chỉnh chưa đủ xảy ra ở kết quả cuối cùng sau khi loại bỏ mây mù.

b. Bước phát hiện và đánh dấu mây mù: Bước hoàn thiện mây mù là bước cân bằng giữa việc bảo toàn BSHTI thực và việc hiệu chỉnh BSHTI giả bằng cách sử dụng thông tin không gian. Vì vậy, bước này thực hiện

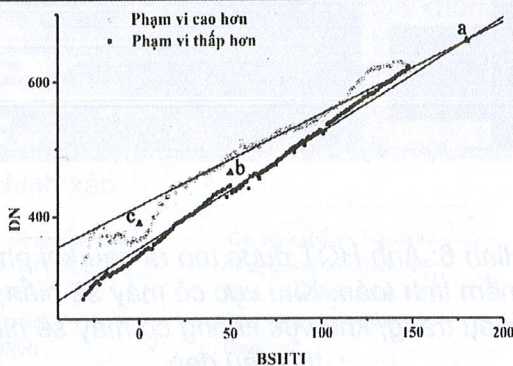
dựa trên sự khác biệt giữa BSHTI thực và BSHTI giả (sau đây dùng thuật ngữ "BSHTI_thấp" và "BSHTI_cao" để chỉ BSHTI giả thấp hơn hay cao hơn so với giá trị thực tế tương ứng). Giả định rằng tại khu vực có sự biến đổi từ từ và liên tục BSHTI hiệu chỉnh. Nếu coi hình ảnh BSHTI như DEM, khu vực có mây mờ có dạng chóp cao liên tục, khu vực sạch mây có dạng nền phẳng, hay nói cách khác BSHTI_thấp có dạng trũng (Sink) và BSHTI_cao có dạng cao đột biến (sudden peak). Tiến hành hiệu chỉnh BSHTI_thấp và BSHTI_cao bằng cách lấp đầy các vùng trũng và san phẳng các đỉnh cao tương ứng.



Hình 2: Mô tả đơn giản về BSHTI thực và BSHTI giả ở những vùng có mây mờ và không có mây mờ. BSHTI_thấp và BSHTI_cao có nghĩa là BSHTI giả thấp hơn và cao hơn giá trị thực

c. Bước loại bỏ mây mù: thực hiện loại bỏ mây mù trong không gian ảnh bằng cách chia nhỏ ảnh HOT và sử dụng phương pháp DOS để chia. Nhìn bề ngoài một ảnh chứa mây mù có thể bị nhòe nhưng không được coi là có nhiều tán xạ mây mù. Tán xạ mây mù không chỉ làm tăng lên khả năng phản xạ bề mặt với những đối tượng tối mà còn làm giảm khả năng phản xạ bề mặt của những đối tượng sáng. Phương pháp biểu đồ có thể mang lại hiệu quả tốt hơn phương pháp DOS gấp nhiều lần, nhưng nó chỉ thích hợp khi mỗi phần chia có đủ các pixel và thành phần phủ bề mặt gần giống như là ở khu vực không mây.

Do đó cần sử dụng phương pháp điểm mây ảo (*virtual cloud point - VCP*) dựa trên cơ sở BSHTI, xem xét cả 2 giá trị phạm vi thấp hơn và phạm vi cao hơn của mỗi phần chia BSHTI.



Hình 3: Phương pháp điểm mây ảo lấy ví dụ là kênh xanh lục. a là điểm mây ảo (VCP) đó là điểm giao cắt của 2 đường hồi quy giao nhau của phạm vi cao hơn và phạm vi thấp hơn. b là một ví dụ về điểm ảnh mây và c là b sau khi khử mây. Trong trường hợp tán xạ này, khoảng chia BSHTI (SI) là 1, các phần chia hợp lệ BSHTI (VS) đến hồi quy là từ 15 đến 100.

Các bước làm việc với mỗi kênh phổ:

1. Chọn 1 vùng có mây mù (HR).
2. Phần chia BSHTI của khu vực mây mờ với một khoảng chia chính xác (*slice interval - SI*).
3. Tìm giá trị DN phạm vi thấp hơn và phạm vi cao hơn của biểu đồ trong mỗi phần chia.
4. Thiết lập 1 phạm vi BSHTI thực bằng những phần chia hợp lý (*valid slices-VS*), nếu BSHTI nhỏ hơn so với giá trị giới hạn cận dưới của VS (15) thì đó chủ yếu được tạo lên bởi nhiễu nền, trong khi nếu BSHTI lớn hơn so với giá trị giới hạn cận trên của VS (100) thì số lượng điểm ảnh trong 1 phần chia là quá nhỏ đây là nguyên nhân làm cho

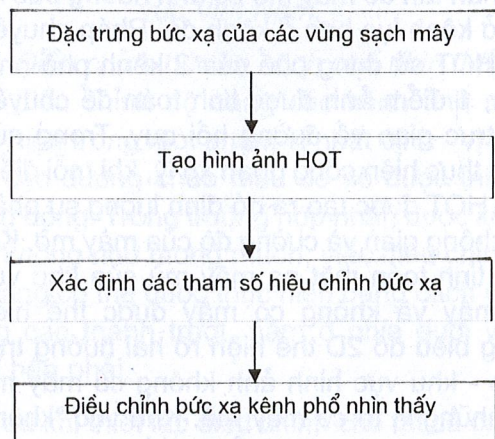
các giá trị ở phạm vi thấp hơn và phạm vi cao hơn trở nên không đáng tin cậy.

5. Điểm VCP là điểm giao nhau ($BSHTI_{vcp}, DN_{vcp}$) đối với mỗi kênh có mây mù dày nhất.

6. Tâm phép chiếu tất cả các điểm ảnh ($BSHTI, DN$) nằm trên đường thẳng đứng ($BSHTI = 0$) để có được những hình ảnh không còn mây mờ sử dụng công thức:

$$DN_{result} = \frac{(DN_{BSHTI_{vcp}} - BSHTI_{DN_{vcp}}) / (BSHTI_{vcp} - BSHTI)}{BSHTI_{vcp} - BSHTI}$$

2.2. Các bước thực hiện cơ bản của thuật toán HOT làm giảm ảnh hưởng mây mờ trên phần mềm ScanEx Image Processor 3.0.



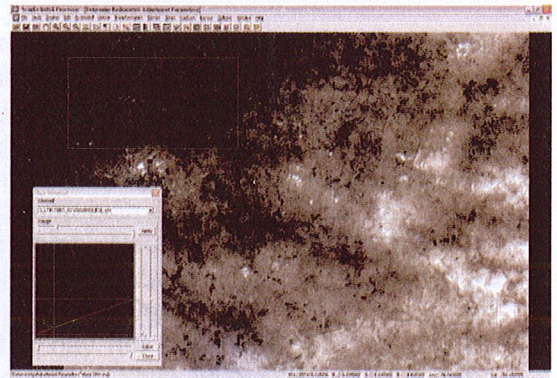
Hình 4: Sơ đồ thể hiện các bước cơ bản thực hiện theo thuật toán HOT làm giảm ảnh hưởng của mây mờ bằng phần mềm ScanEx Image Processor 3.0

a. **Đặc trưng bức xạ của các vùng sạch mây:** Phương pháp hiệu chỉnh mây mờ của phần mềm là phương pháp điều chỉnh tương đối tức là nó cố gắng để bình thường hóa các bức xạ của một cảnh ảnh làm cho tấm ảnh sạch nhất có thể. Do đó, bước đầu tiên trong quá trình xử lý là thu thập một mẫu gồm các điểm ảnh từ những vùng sạch mây sau đó được sử dụng làm tham số hóa bức xạ ở "vùng sạch mây". Mẫu lựa chọn được

thực hiện bằng cách vẽ các cửa sổ hình chữ nhật trong cảnh ảnh dựa trên việc ước lượng hình ảnh một cách trực quan những vùng sạch mây trong cả tấm ảnh. Mục tiêu quan trọng của quá trình xử lý này là lựa chọn một mẫu mà tại đó bề mặt trái đất được quan sát rõ nét nhất, nó bao gồm một hỗn hợp địa vật là thực vật và phi thực vật.

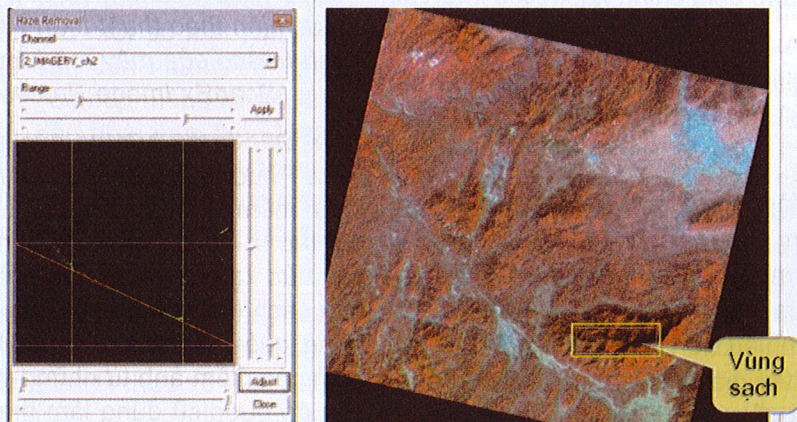
Mẫu vùng sạch mây được phân tích trong không gian phổ của các kênh nhìn thấy, như kênh lục và kênh đỏ. Đồ thị của các khu vực sạch mây thể hiện mối tương quan cao và được đặc trưng bởi một đường hồi quy bình phương nhỏ nhất. (Xem hình 5)

b. *Tạo hình ảnh HOT:* Trong không gian phổ nhìn thấy, các điểm ảnh có mây mù sẽ bị phân tán do mây mù có ảnh hưởng bức xạ lớn ở kênh lục hơn ở kênh đỏ. Phép chuyển đổi HOT sử dụng phổ của 2 kênh phổ nhìn thấy, 1 điểm ảnh được tính toán để chuyển đổi trực giao về đường hồi quy. Trong quá trình thực hiện công đoạn xử lý, khi mỗi điểm ảnh HOT được tạo ra nó định lượng sự phân bố không gian và cường độ của mây mù. Kết quả tính toán mặt nạ mây mù của khu vực có mây và không có mây được thể hiện bằng biểu đồ 2D thể hiện rõ hai hướng trục giao - khu vực hình ảnh không có mây mù và những vị trí có mây mù. Khu vực "không có mây mù" sẽ được hiển thị bằng màu đen.

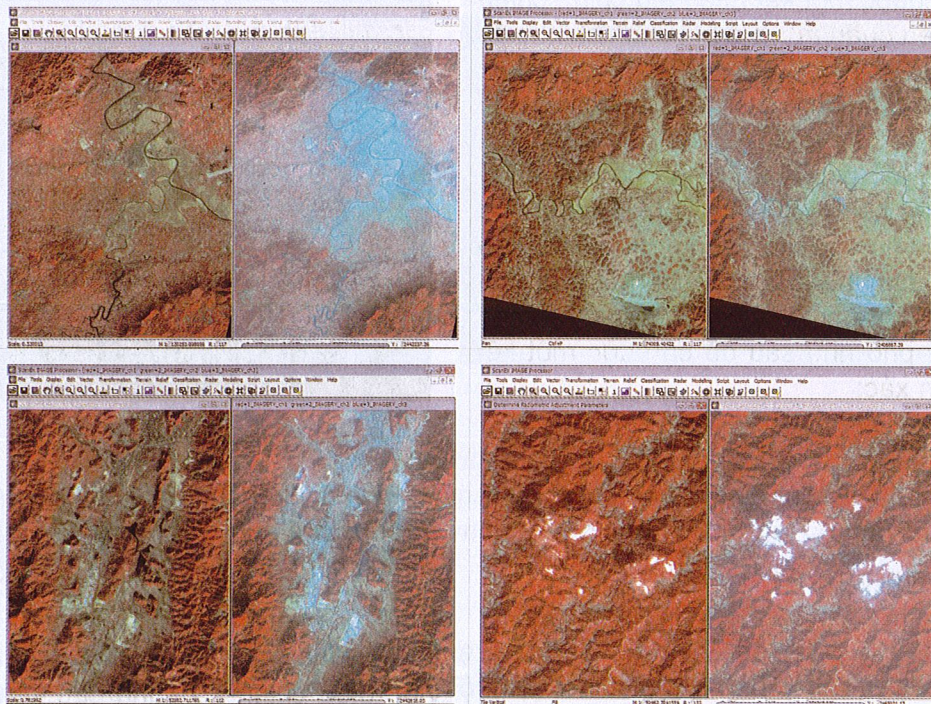


Hình 6: Ảnh HOT được tạo ra sau khi phân mềm tính toán. Khu vực có mây sẽ hiển thị màu trắng, khu vực không có mây sẽ hiển thị màu đen

c. *Xác định các tham số hiệu chỉnh bức xạ:* Những điểm ảnh đặc trưng một HOT có độ nhạy lớn hơn là ở những vùng sạch mây, việc điều chỉnh độ sáng tức là làm giảm xuống sẽ được áp dụng. Mối quan hệ tuyến tính giữa việc hiệu chỉnh độ sáng gần với mức độ HOT sẽ đạt kết quả tốt. Đối với một kênh phổ nhìn thấy nhất định, một chuỗi biểu đồ thể hiện cấp độ xám được tạo ra cho các điểm ảnh trong phạm vi ảnh HOT từ các mức độ sạch mây đến nhiều mây nhất từ đó để điều chỉnh thực tế.



Hình 5: Lựa chọn khu vực sạch mây làm mẫu tính toán các tham số đặc trưng bức xạ để phục vụ cho việc hiệu chỉnh sự che phủ của mây mờ.



Hình 9: Kết quả thực hiện hiệu chỉnh ảnh hưởng của mây mờ trên ảnh SPOT5 ở khu vực Việt Nam. Ảnh có mây (ảnh phải), ảnh khử mây (ảnh trái)

Tuy nhiên hạn chế của phần mềm là chỉ làm giảm được ảnh hưởng của lớp mây mờ và mỏng, làm tăng chất lượng rõ nét của ảnh với điều kiện lớp mây phải đủ mỏng để có thể nhìn xuyên qua tối thiểu 30% thấy được các địa vật trên mặt đất.

Trong thời gian tới, chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu thuật toán và phương pháp này để cải thiện khả năng khử ảnh hưởng của mây trên ảnh viễn thám trong điều kiện áp dụng ở Việt Nam. ○

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1]. B.Guindon, Y.Zang., Robust haze reduction: an intergral processing component in satellite - base landcover mapping.
 [2]. Chavez, P.S., Jr. 1996. Image-based atmospheric corrections – revisited and improved. Photogrammetric Engineering

and Remote Sensing 62(9):1025-1036.

[3]. Chavez, P.S., Jr. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. Remote Sensing of Environment 24:459-479.

[4]. Zhang, Y., Guindon, B. and J. Cihlar, 2002a. An Image Transform to Characterize and Compensate for Spatial Variations in Thin Cloud Contamination of Landsat Images. Remote Sensing of Environment, (in press).

[5]. Zhang, Y. and B. Guindon, 2002b. Assessment of the effectiveness of HOT-based haze removal in ETM+images on land cover classification. (in preparation).

[6]. ScanEx Image Processor 3.0 Manual Users Guide. ○