

ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THÁM SIÊU PHỔ (HYPERSPETRAL) VÀO VIỆC THEO ĐÕI QUÁ TRÌNH SA MẠC HOÁ. NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM TẠI TABERNAS, TÂY BAN NHA

Hoàng Việt Anh

Trung Tâm Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng

Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

Summary

Hyperspectral sensing and its application for desertification monitoring – Case study in Tabernas, Spain.

Many studies showed that conventional Remote sensing image such as SPOT and Landsat can be use to map land use/land cover as well as to predict salinity level, nutrient status of the soil. However, those conventional image with a few spectral bands may over smooth the reflectance characteristic of the surface. Hyperspectral remote sensing is a promising data source to over come this problem . A general introduction of hyperspectral remote sensing , its principle, characteristic, typical sensor, and application has been presented. Case study on desertification monitoring in Terbernas, Spain, showed that hyperspectral image can be used to map desertification feature with the accuracy of 71%.

1. Giới thiệu

Trong ba thập kỷ qua, công nghệ viễn thám đã có những thành tựu hết sức to lớn trong lĩnh vực nghiên cứu trái đất và trở thành một công cụ quan trọng cho việc đánh giá và quản lý tài nguyên thiên nhiên. Ngành viễn thám đã mở ra khả năng cho những nghiên cứu về môi trường ở mức toàn cầu, cung cấp các dữ liệu chính xác và kịp thời cho các nhà quản lý.

Tại Việt nam, các loại ảnh viễn thám truyền thống như LandSat, SPOT và ảnh máy bay đã được sử dụng khá rộng rãi trong việc xây dựng bản đồ địa hình, địa chất, hiện trạng rừng. Tuy nhiên những loại ảnh này có nhược điểm là số băng tần ít (LandSat 7 băng, SPOT 5 băng) nên lượng thông tin mang lại còn bị hạn chế. Hiện đã có một loại ảnh mới, ảnh viễn thám siêu phổ (hyperspectral), có hơn 100 băng tần. Do số băng tần nhiều hơn, ảnh viễn thám siêu phổ (VTSP) cho phép giải đoán những yếu tố hết sức chi tiết mà trên ảnh viễn thám truyền thống không thể nhận biết được, ví dụ các loại đất, các khoáng vật, các loại thực vật khác nhau

Bài báo này nhằm mục đích giới thiệu ảnh viễn thám siêu phổ, các tính đặc điểm kỹ thuật của loại ảnh này và một số ứng dụng của nó trong lĩnh vực nghiên cứu môi trường. Bài báo được chia làm 2 phần: i). giới thiệu các khái niệm cơ bản về VTSP và một số ứng dụng của nó; ii). trình bày kết quả một nghiên cứu ứng dụng VTSP cho theo dõi sa mạc hoá ở Tây Ban Nha. Công trình này được trích từ luận án Thạc sỹ của tác giả, thực hiện tại Viện NC Viễn Thám Hà lan (ITC), 2001.

2. Cơ sở viễn thám siêu phổ và các ứng dụng trong quản lý môi trường

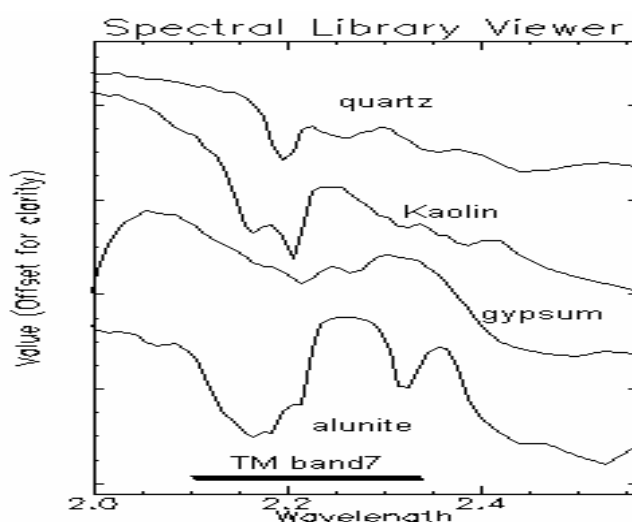
Ảnh viễn thám băng tần rộng truyền thống (ví dụ: ảnh LandSat 7 băng, ảnh SPOT 5 băng) từ lâu đã được ứng dụng thành công cho việc xây dựng bản đồ hiện trạng, và theo dõi các biến đổi môi trường. Tuy nhiên các kỹ thuật mới đã chỉ ra rằng, bên cạnh những ưu điểm như dễ sử dụng, được nắn chỉnh tốt, được nhiều phần mềm xử lý ảnh hỗ trợ, ảnh viễn thám băng tần rộng cũng có những hạn chế nhất định. Do số băng tần ít và độ rộng của mỗi băng tần là rất lớn, nên trên ảnh viễn thám truyền thống, nhiều thông tin quan trọng bị trộn lẫn với nhau.

Trên ảnh viễn thám, giá trị quang phổ phát xạ R (radiation value) do sensor nhận được là một hàm số (f) giữa vị trí (x), thời gian (t), độ dài bước sóng (λ), và góc chụp (θ)

$$R=f(x,t,\lambda,\theta)$$

Qua hàm số này ta thấy: để có thêm thông tin từ ảnh, hay nói cách khác để tăng được giá trị R, ít nhất một trong các biến x,t, λ , θ phải có sự biến đổi. Nếu chú ý tới yếu tố độ dài bước sóng ta sẽ thấy tại mỗi bước sóng các vật thể sẽ có cường độ phản xạ khác nhau. Nhiều đối tượng có phản xạ đặc trưng (spectral signature) giúp chúng ta phân biệt được chúng với những đối tượng khác, và phần lớn những điểm đặc trưng này nằm ở những bước sóng rất hẹp. Để đoán đọc những điểm đặc trưng này, chúng ta cần những ảnh có bước sóng hẹp. Viễn thám siêu phổ ra đời nhằm phục vụ cho mục đích nói trên.

VTSP¹ là thuật ngữ dùng để chỉ các hệ thống thu nhận ảnh ở rất nhiều băng tần hẹp và liên tiếp nhau từ giải phổ nhìn thấy, cận hồng ngoại, hồng ngoại trung, tới hồng ngoại nhiệt. Một hệ thống VTSP điển hình thường thu nhận trên 200 band dữ liệu, qua đó cho phép xây dựng một quang phổ phản xạ liên tiếp (continuous reflectance spectrum) cho từng điểm ảnh (pixel). VTSP cho phép phân biệt được các yếu tố mặt đất có quang phổ chuẩn đoán nằm trong những bước sóng hẹp, mà hệ thống ảnh đa phổ truyền thống ko phát hiện được. Hình 1 biểu thị quang phổ phản xạ của 1 số khoáng vật trong khoảng 200 tới 250-nm. Trên ảnh siêu phổ HyMap ta có thể thấy mỗi khoáng chất có một đường quang phổ khác biệt với các đỉnh hấp thụ và phản xạ tại những bước sóng nhất định. Trong khi đó band 7 ảnh Landsat TM ở khoảng sóng này chỉ cho ta 1 điểm dữ liệu duy nhất do đó không thể phân biệt được các khoáng vật này.



Hình 1. Quang phổ phản xạ của một số khoáng vật trên ảnh HyMap

Thiết bị VTSP đầu tiên là Fluorescence Line Image (FLI), và Airborne Imaging Spectrometer (AIS) do NASA chế tạo năm 1981 và 1983. Thiết bị này thu thập 128 band dữ liệu trong khoảng 1200 đến 2400 nm, độ rộng của mỗi băng là 9.3 nm. Năm 1987 NASA đã cải tiến hệ thống AIS thành hệ thống Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS). AVIRIS được thiết kế với các chức năng nấn chỉnh tiên tiến để phục vụ cho các nghiên cứu đa ngành. Hiện nay VTSP được ứng dụng trong một số nghiên cứu về: khoáng vật bề mặt, chất lượng nước, đo độ sâu, xác định xói mòn đất, xác định loại thực vật, hàm lượng nước trong lá ...vv. Nhiều tổ chức viễn thám và các công ty tư nhân đã sản xuất nhiều loại thiết bị

¹ Hyperspectral sensing là một kỹ thuật tương đối mới, do chưa tìm thấy thuật ngữ tương đương trong các tài liệu về viễn thám ở Việt nam nên chúng tôi tạm dịch là viễn thám siêu phổ để có sự liên hệ tương đối với thuật ngữ viễn thám đa phổ (multispectral)

VTSP khác nhau, danh sách và đặc tính kỹ thuật chi tiết của các hệ thống VTSP hiện hành có thể tham khảo Van de Meer, 1999

3. Ứng dụng VTSP vào việc theo dõi quá trình sa mạc hoá

Tây Ban Nha là quốc gia duy nhất ở châu Âu chịu ảnh hưởng của sa mạc hoá tới hơn một nửa diện tích đất nông nghiệp. Điều kiện môi trường khắc nghiệt với 10 tháng mùa khô, mùa mưa ngắn với lũ lớn, địa hình chia cắt mạnh, và tầng đất mỏng làm cho quá trình xói mòn xảy ra hết sức mạnh mẽ. Vùng Tabernas thuộc tỉnh Almeria là vùng bị sa mạc hoá nghiêm trọng nhất miền Đông Nam Tây Ban Nha. Việc xác định và kiểm soát quá trình này là hết sức cần thiết không những cho Tây Ban Nha mà cho cả những quốc gia khác đang phải đối đầu với vấn đề sa mạc hoá. Tuy nhiên các loại ảnh viễn thám truyền thống như Landsat, SPOT lại không đủ độ phân giải để đoán đọc các loại hiện trạng sa mạc hoá như, đất xói mòn trơ sỏi đá, đất bị nhiễm mặn ...vv. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài đặt ra là ứng dụng kỹ thuật VTSP để theo dõi quá trình này.

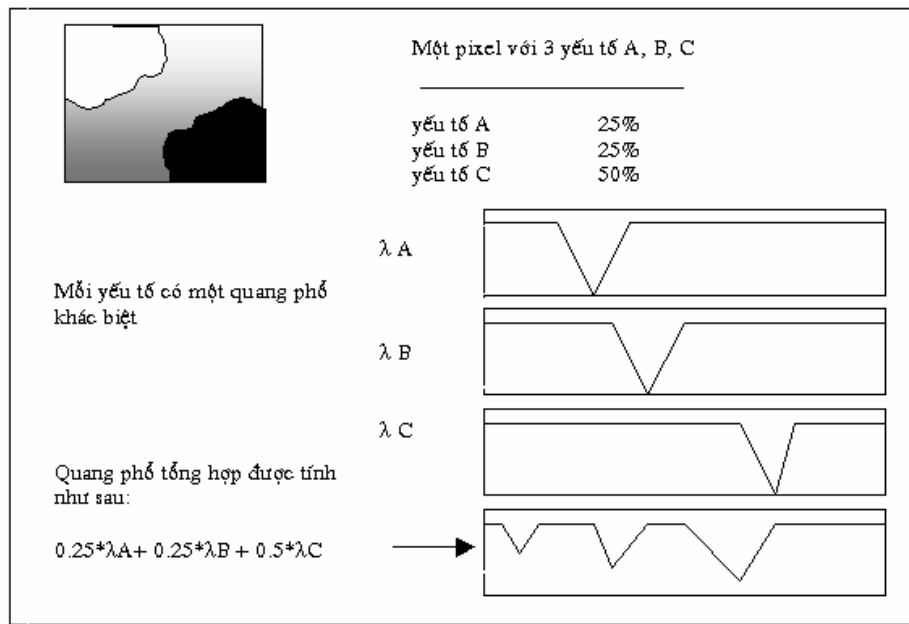
Vùng nghiên cứu, dữ liệu và phương pháp

Thung lũng Tabernas nằm ở phía Đông nam Tây Ban Nha, với khí hậu nóng và khô điển hình của vùng Địa Trung Hải. Lượng mưa hàng năm rất thấp (220-mm/năm), và các trận mưa thường tập trung trong vòng 30 ngày của tháng 11 tạo ra các trận lũ lớn. Do mặt đất hầu như không có thực vật che phủ nên quá trình xói mòn xảy ra mạnh. Tất cả các điều kiện trên cộng với khí hậu khô nóng và điều kiện địa chất đặc biệt đã đẩy nhanh quá trình sa mạc hóa và tạo ra bốn loại đất sau: đất nhiễm mặn, đất xói mòn trơ sỏi đá, đất có hàm lượng calci cao, và đất có hàm lượng thạch cao cao.

Dữ liệu viễn thám sử dụng cho nghiên cứu này là ảnh HyMap chụp tháng 7/1999. Ảnh HyMap thu thập dữ liệu trong khoảng bước sóng 400-2500-nm, chia làm 128 band với độ rộng của mỗi band là 16-nm. Độ phân giải mặt đất (pixel size) là 7×7-m.

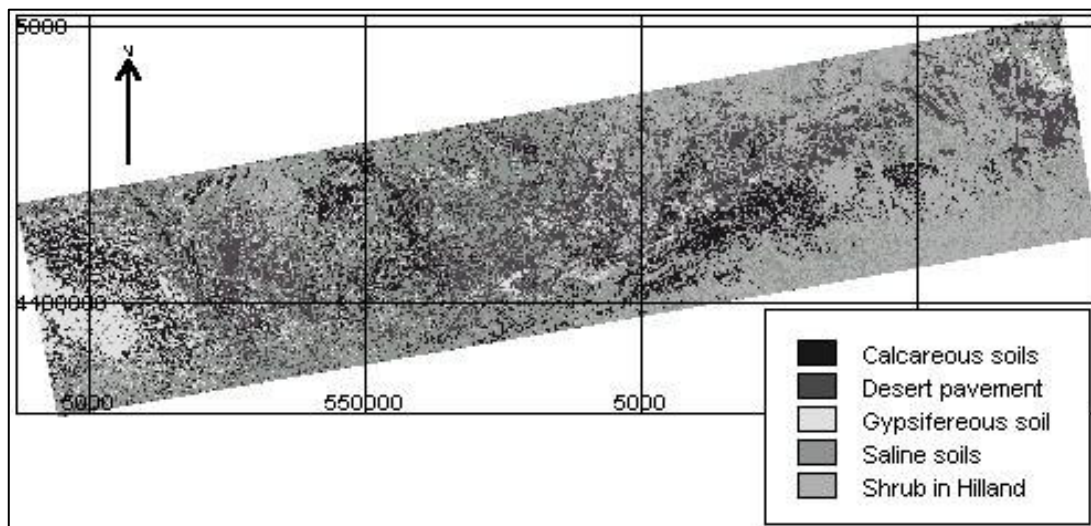
Do ảnh VTSP có số band dữ liệu rất lớn nên các phương pháp phân loại ảnh truyền thống như Nearest Neighbourhood hoặc Maximumlikelihood không phù hợp vì sẽ tốn rất nhiều thời gian tính toán. Phương pháp áp dụng cho nghiên cứu này là Linear Spectral Unmixing (LSU). Đây là một phương pháp mới đang được thử nghiệm trong lĩnh vực phân loại ảnh viễn thám. Nguyên lý của phương pháp này có thể mô tả tóm tắt như sau:

- Người ta thấy rằng trong diện tích của 1 pixel thường có nhiều yếu tố khác nhau: ví dụ 30% là nước, 30% là lúa, 40% là đất trống. Mỗi yếu tố được gọi là 1 endmember.
- Quang phổ phản xạ của mỗi một pixel trên ảnh là trung bình cộng quang phổ của từng endmember nhân với trọng số là % diện tích của endmember đó (xem hình 2)
- Vì vậy khi biết giá trị quang phổ của 1 pixel và biết được giá trị quang phổ của các endmember, ta có thể tính được diện tích của từng endmember thông qua thuật toán hồi quy.



Hình 2. Linear Spectral Unmixing cho 1 pixel (nguồn: Boardman 1993)

Trong nghiên cứu này, quang phổ của các endmember được xác định bằng cách: i). đo trực tiếp trên thực địa; ii). sau đó tiến hành nắn chỉnh (calibration) dựa trên dữ liệu ảnh. Phần mềm sử dụng cho phân loại ảnh là Envi 3.0. Kết quả phân loại ảnh HyMap được trình bày ở hình 3.



Hình 3. Ảnh phân loại các yếu tố sa mạc hoá.

Kết quả và thảo luận

Độ chính xác của ảnh phân loại được kiểm tra bằng 200 điểm đối chứng trên thực địa. Kết quả cho thấy Gypsiferous soil (đất chứa thạch cao) đạt độ chính xác 93%, Saline soil (đất nhiễm mặn): 75%, Calcareous soil (đất chứa Calxi): 70%, Desert pavement (xói mòn tro sỏi đá) 60%, Shrub in hilland (cây bụi): 60%. Độ chính xác chung đạt 71%.

So với độ chính xác tiêu chuẩn trong giải đoán ảnh truyền thống, thường là 80%, độ chính xác này chưa phải là cao. Tuy nhiên cần chú ý rằng, 80% là tiêu chuẩn đặt ra cho việc phân loại bản đồ hiện trạng, với các đối tượng khác nhau rất rõ rệt, ví dụ giữa mặt nước và đường xá, giữa đất trống và đất có rừng. Trong khi các đối tượng trong nghiên cứu này đều là đất trống, hầu như không thể phân biệt được trên ảnh hàng không và ảnh LandSat. Nhìn từ góc độ này thì độ chính xác 71% trên ảnh Hyperspectral là cao và rất có ý nghĩa.

Trong những năm tới, ảnh VTSP với các ưu điểm của mình chắc chắn sẽ trở thành một xu thế mới của điều tra viễn thám. Tại Việt nam, VTSP có thể ứng dụng cho những lĩnh vực sau: xây dựng bản đồ mặn hoá vùng ven biển, sa mạc hoá vùng ven biển miền Trung, phân loại thảm thực vật, đo độ khô của tán rừng phục vụ dự báo cháy rừng, đánh giá chất lượng nước. Chúng ta cần xúc tiến nghiên cứu VTSP để bắt kịp các tiên bộ về kỹ thuật này khi ảnh viễn thám Hyperspectral được thương mại hoá vào năm 2004-2005.

Tài liệu tham khảo

1. Boardman J.W (1993). Automated spectral unmixing AVIRIS data using convex geometry concepts. Fourth JPL Airborn Geosience Workshop, JPL publication.
2. Coleman, T.L. (1993). Spectral differntiation of surface soil and soil properties: Is it possible from space platfroms?. Soil science 155 (4) 283-293
3. Rao. UR. (1993). Space and environment, 44th congress of the International Astronautical federation, 1993, Graz, Austria
4. ENV 3.2 (1999). The Environment for Visualizing Images: User's Guide. Colorado, Limited Liability Company.
5. Van Der Meer (1999). Camera and Multispectral scanning system in Remote sensing as apply for geology. ITC lecture note, No RSD 10