

KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG

VIỄN THÁM VÀ HỆ THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)

TRONG KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG

TS. Dương Văn Khảm

Viện Khí tượng Thủy văn

Hiện nay kỹ thuật viễn thám đã được ứng dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực kinh tế - xã hội và trong lĩnh vực khí tượng thủy văn, môi trường ở nhiều nước trên thế giới. Đối với các nước đang phát triển việc ứng dụng thông tin viễn thám và hệ thống tin địa lý (GIS) là rất cần thiết. Bộ Tài nguyên và Môi trường sẽ tiến hành lắp đặt trạm thu ảnh vệ tinh Quốc gia, vì vậy, để chuẩn bị khai thác có hiệu quả loại thiết bị này, tác giả giới thiệu công nghệ viễn thám và GIS trong khí tượng thủy văn, môi trường ở Việt Nam để bạn đọc tham khảo.

1. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS của các nước trên thế giới

Ngày nay công nghệ viễn thám có khả năng áp dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

1) Ứng dụng viễn thám trong quản lý sự biến đổi môi trường như: điều tra về sự biến đổi sử dụng đất và lớp phủ; xây dựng bản đồ thực vật; nghiên cứu các quá trình sa mạc hoá và tình trạng phá rừng; giám sát thiên tai (hạn hán, lũ lụt, cháy rừng, bão, mưa đá, sương mù, sương muối,...); nghiên cứu ô nhiễm nước và không khí.

2) Ứng dụng viễn thám trong điều tra đất như: xác định và phân loại các vùng thổ nhưỡng; đánh giá mức độ thoái hoá đất, tác hại của xói mòn, quá trình muối hoá.

3) Ứng dụng viễn thám trong lâm nghiệp như: diễn biến lớp phủ của rừng; điều tra phân loại rừng; nghiên cứu về côn trùng và sâu bệnh phá hoại rừng, cháy rừng....

4) Ứng dụng viễn thám trong quản lý sử dụng đất như: thống kê và thành lập bản đồ sử dụng đất; điều tra giám sát trạng thái mùa màng và thảm thực vật.

5) Ứng dụng viễn thám trong địa

chất như: lập bản đồ địa chất; lập bản đồ phân bố khoáng sản; lập bản đồ phân bố nước ngầm; lập bản đồ địa mạo.

6) Ứng dụng viễn thám trong nghiên cứu tài nguyên nước như: lập bản đồ phân bố tài nguyên nước; bản đồ phân bố tuyết; bản đồ phân bố mạng lưới quan trắc thủy văn; lập bản đồ nguy cơ ngập lụt.

7) Ứng dụng viễn thám trong địa chất công trình như: xác định vị trí khảo sát phục vụ xây dựng các công trình; nghiên cứu các hiện tượng trượt đất, lở đất.

8) Ứng dụng viễn thám trong khảo cổ học như: phát hiện các thành phố cổ, các dòng sông cổ hay các di khảo cổ khác.

9) Ứng dụng viễn thám trong khí tượng thủy văn như: đánh giá định lượng lượng mưa, bão và lũ lụt, hạn hán; đánh giá, dự báo dòng chảy, đánh giá tài nguyên khí hậu, phân vùng khí hậu.

10) Ứng dụng viễn thám trong khí tượng nông nghiệp (KTNN).

Ứng dụng viễn thám trong KTNN có thể phân loại như sau:

a) Điều tra và đánh giá tài nguyên khí hậu nông nghiệp, sự biến đổi tình hình sử dụng đất và lớp đất phủ, sự thay đổi của chúng theo từng thời gian nhất định.

b) Đánh giá những tác động của ngoại cảnh liên quan đến sản xuất nông nghiệp.

c) Tính toán các trường yếu tố khí hậu nông nghiệp bề mặt như: bức xạ, phát xạ, nhiệt độ, độ ẩm, bốc thoát hơi... là cơ sở cho việc phân vùng khí hậu nông nghiệp.

d) Dự báo KTNN bao gồm dự báo năng suất cây trồng, sâu bệnh, hạn hán, úng lụt... Số liệu viễn thám được cập nhật nhanh, khách quan và chi tiết, đáp ứng kịp thời và chính xác trong nghiệp vụ dự báo KTNN.

Những kết quả ứng dụng viễn thám gần đây cho thấy rằng: giải quyết một vấn đề thực tiễn chỉ dựa đơn thuần trên tư liệu viễn thám là một việc hết sức khó khăn và trong nhiều trường hợp không thể thực hiện được. Vì vậy, cần phải tiếp cận tổng hợp trong đó tư liệu viễn thám giữ một vai trò quan trọng và kèm theo các thông tin truyền thông khác như số liệu thống kê, quan trắc, số liệu thực địa. Cách tiếp cận đánh giá, quản lý tài nguyên như vậy được các nhà chuyên môn đặt tên là hệ thống tin địa lý (Geographic Information Systems – GIS). Hệ thống tin địa lý là công cụ dựa trên máy tính dùng cho việc thành lập bản đồ và phân tích các đối tượng tồn tại và các sự kiện bao gồm đất đai, sông ngòi, khoáng sản, con người, khí tượng thủy văn, môi trường..., xảy ra trên trái đất. Công nghệ GIS dựa trên các cơ sở dữ liệu quan trắc, viễn thám đưa ra các câu hỏi truy

vấn, phân tích thống kê được thể hiện qua phép phân tích địa lý. Những sản phẩm của GIS được tạo ra rất nhanh chóng, nhiều tình huống có thể được đánh giá một cách đồng thời và chi tiết.

Hiện nay, nhu cầu ứng dụng công nghệ GIS trong lĩnh vực điều tra nghiên cứu, khai thác, sử dụng, quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường ngày càng gia tăng không những trong phạm vi quốc gia, mà cả phạm vi quốc tế. Tiềm năng kỹ thuật GIS trong lĩnh vực ứng dụng chỉ cho các nhà khoa học và các nhà hoạch định chính sách, các phương án lựa chọn có tính chất chiến lược về sử dụng và quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường.

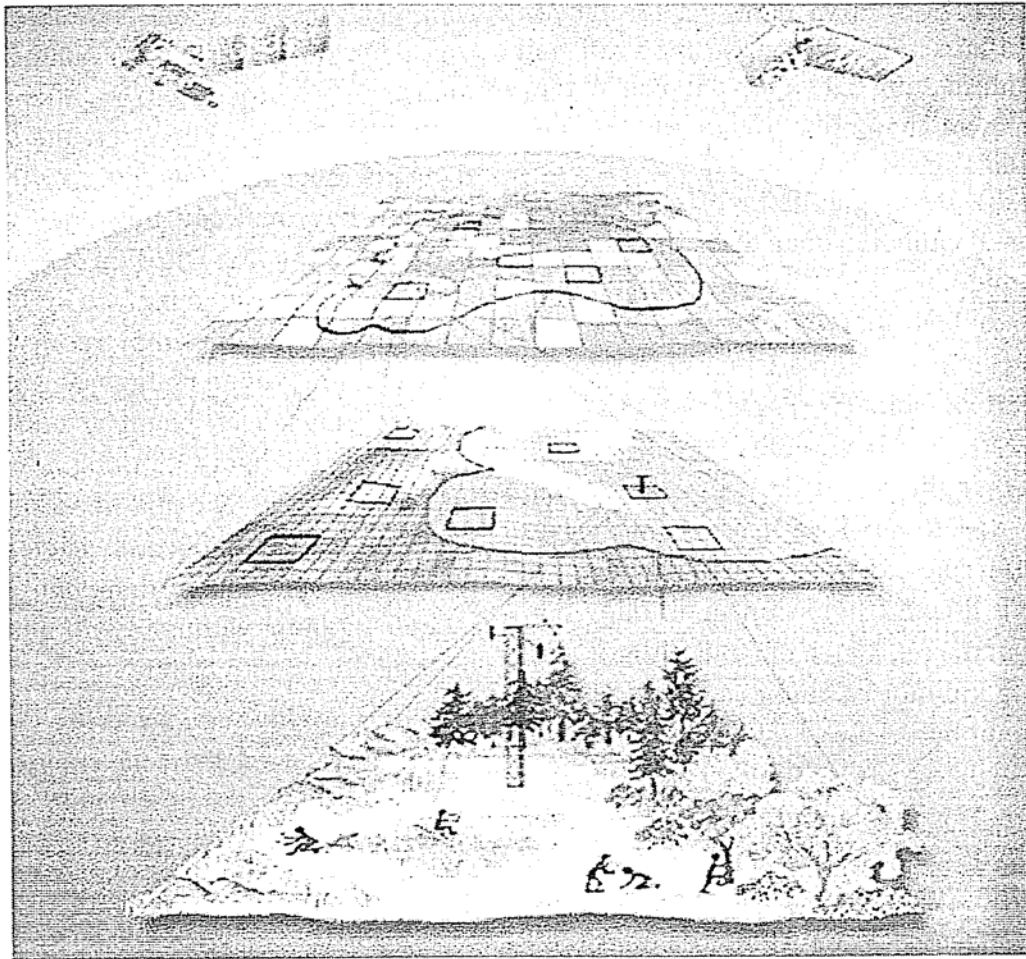
2. Giới thiệu khái quát về viễn thám

Khoa học viễn thám là công nghệ nghiên cứu các thông tin nhận được thông qua sự phân tích các cơ sở dữ liệu thu nhận được bằng các công cụ kỹ thuật, không tiếp xúc với đối tượng, một vùng hay một hiện tượng nào đó. Thông tin viễn thám thu nhận được nhờ các công cụ thiết bị khác nhau từ một khoảng cách nhất định đối với đối tượng nghiên cứu thông qua năng lượng điện từ phản xạ từ bề mặt trái đất. Tùy thuộc vào các trang thiết bị thu nhận thông tin từ mặt đất, người ta chia ra thành 2 loại:

a. Hệ thống thông tin ảnh

Hệ thống tin ảnh là phổ biến nhất trong kỹ thuật viễn thám, được phân ra làm 3 loại:

1) Hệ khung (Framing system), thu nhận liên tục hình ảnh của một vùng hay một khung liên địa hình, cho phép chụp được hình ảnh trên nhiều dải phổ khác nhau, tư liệu thu được ở dạng số, độ ổn định hình học tốt, nhưng khó chụp ở vùng rộng lớn.



Hình 1. Phương pháp thu nhận ảnh viễn thám

- Hệ thống tin ảnh (photographic information).
- Hệ thống tin không ảnh (nonphotographic information).

2) Hệ quét (Scanning system), các hệ quét thực hiện phép quét các trường nhìn của các biến đổi (detector) theo địa hình tạo nên một dải các tia song song. Có 4 kiểu quét là quét dọc, quét ngang, vòng cung và quét bên sườn.

3) Hệ đa phổ: các hệ khung và quét nêu trên chỉ ghi đơn điệu hình ảnh của một băng phổ. Đối với viễn thám còn phải thu ở nhiều băng phổ khác nhau trên các hướng khác nhau, vì vậy các máy ảnh đa phổ đồng thời ghi hình ảnh

ở 3 hoặc 4 băng khác nhau ở khoảng nhìn thấy (blue 0,4 - 0,5, green 0,5 - 0,6. Red 0,6 - 0,7 và hồng ngoại gần 0,7 - 0,8). Ngày nay với công nghệ tiên tiến các máy quét có thể thu được các băng phổ rộng hơn, thậm chí đến 14.

Các thông tin thu được do thiết bị quét có thể xử lý bằng các phương pháp tổng hợp màu hoặc xử lý bằng máy tính điện tử sẽ cho biết kết quả về các tư liệu phân tích.

b. Hệ thống tin không ảnh

- Các thông tin về phổ là loại thông tin viễn thám quan trọng và ngày càng được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật viễn thám. Hệ thống tin không ảnh được xác định thông qua các giá trị phản xạ phổ tự nhiên của các đối tượng nghiên cứu ở mặt đất để suy ra bản chất và phát hiện trực tiếp, không cần thông qua ảnh.

- Các thông tin về trường vật lý của trái đất như từ trường, trọng lực, phóng xạ...

3. Xử lý thông tin viễn thám

Xử lý thông tin viễn thám là một trong những khâu quan trọng nhất của kỹ thuật viễn thám. Một trong những cơ sở của việc xử lý thông tin viễn thám là căn cứ vào đặc điểm phổ phản xạ của các đối tượng tự nhiên.

Một bức ảnh là hình ảnh được ghi lại ở bước sóng khác nhau, ở đó sự tương tác giữa các chất hoá học nhạy cảm với ánh sáng trên phim chụp. Các hình ảnh này được mô tả dưới dạng các đặc tính chủ yếu, những tính chất thông thường đó là tỷ lệ, độ sáng và tông ảnh, độ tương phản, độ phân giải.

Về giải đoán ảnh có 3 bước: đọc ảnh để nhận dạng ảnh (vùng núi, rừng, sông, hồ...), phân tích ảnh và đánh giá ảnh. Các yếu tố cần giải đoán ảnh bao gồm: dạng ảnh, kích thước ảnh, bóng ảnh, tông ảnh, màu ảnh, kiến trúc ảnh và tần suất biến đổi tông trên ảnh.

Các yếu tố tự nhiên cần chú ý khi giải đoán: địa hình, thảm thực vật, các kiểu mạng lưới sông suối và mật độ của chúng, các dạng xói mòn, sử dụng đất, đất canh tác, hệ khe nứt và hình dạng. Tổ hợp các yếu tố giải đoán ảnh giúp hiệu chỉnh và loại bỏ những sai sót do nhầm lẫn nhằm nâng cao độ chính xác

của các yếu tố đó.

Các phương pháp và thiết bị xử lý thông tin viễn thám có 2 phương pháp chính: phương pháp xử lý bằng mắt và bằng máy tính.

Xử lý bằng mắt

Chủ yếu dựa vào sự phân biệt bằng mắt nhìn trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua các dụng cụ quang học mang tính chất định tính.

Phương pháp xử lý bằng máy tính

- Kỹ thuật chỉnh hoặc khôi phục hình ảnh: khôi phục do bỏ sót các đường quét, lọc những hiện tượng nhiễu xuất hiện tản mạn trên hình ảnh, hiệu chỉnh sự tán xạ của khí quyển, hiệu chỉnh sự méo hình học.

- Tăng cường chất lượng ảnh: tăng cường độ tương phản, chuyển mật độ và tông màu, làm đều mật độ trên ảnh, tăng cường đường biên, ghép nối và số hóa ảnh, tạo ảnh lập thể.

- Chiết, tách thông tin của ảnh: nhận dạng phân loại các các điểm tạo ảnh thành phần chính, tạo ảnh tỷ số, phân loại đa phổ trên cơ sở các tín hiệu số của chúng.

Để xử lý hình ảnh cần thiết phải có những chương trình phần mềm chuyên dụng: ERDAS, FERIColor, ILWIS, ARCVIEW, PCI,...với các phiên bản khác nhau thường xuyên được cải tiến và nâng cao.

Hiện nay, trên thế giới chủ yếu sử dụng phương pháp xử lý bằng máy tính.

4. Giới thiệu một số vệ tinh

a. Các đặc trưng kỹ thuật của vệ tinh Landsat

Một ảnh của vệ tinh landsat chụp vùng có diện tích 185km x 185km thu

nhận 4 kênh phổ khác nhau: MSS - 4 từ 0,5 đến 0,6; MSS - 5 từ 0,6 đến 0,7; MSS - 6 từ 0,7 đến 0,8; MSS - 7 từ 0,8 đến 1,1. Độ phân giải mặt đất của các băng từ MSS - 4 đến MSS - 7 là 80m. Vệ tinh landsat 4 và 5 có thiết bị thu nhận gồm: MSS và TM. Thiết bị thu TM gồm 7 băng với bước sóng như: băng 1: 0,45 - 0,52; băng 2: 0,52 - 0,60; băng 3: 0,63 - 0,69; băng 4: 0,76 - 0,90; băng 5: 1,55 - 1,75; băng 6: 10,40 - 12,50; băng 7: 2,089 - 2,35. Độ phân giải các băng 1- 5 và 7 là 30m với băng 6 là 126m.

Độ phân giải không gian của Landsat rất cao, nhưng độ phân giải thời gian thấp (16 ngày) ngoài ra giá thành của ảnh vệ tinh landsat rất đắt tiền, nên chủ yếu chỉ được dùng cho việc thành lập bản đồ và một số nghiên cứu khác.

b. Vệ tinh TERRA - MODIS

Vệ tinh TERRA và đầu đo là phổ kế bức xạ MODIS với 36 băng phổ từ 0,4 đến 14 và độ phân giải không gian từ 250m (băng 1, 2), 500m (băng 3 đến 7) và 1.000m (băng 8 đến 36). Các dữ liệu MODIS đã được đưa vào sử dụng để theo dõi mây, chất lượng khí quyển, chỉ số thực vật, phân loại lớp phủ, cháy rừng, hàm lượng diệp lục (chlorophyll) trong nước biển, nhiệt độ mặt nước biển, nhiệt độ bề mặt lục địa, bốc thoát hơi bề mặt lớp phủ, diễn biến lớp băng lục địa và đại dương. Với tính năng như vậy, các dữ liệu MODIS được sử dụng ở nhiều tỷ lệ khác nhau: tỷ lệ trung bình và nhỏ, hoặc lãnh thổ: từ quy mô cấp vùng, khu vực đến quy mô toàn cầu. Vệ tinh TERRA mang đầu đo MODIS ban ngày đi từ bắc xuống nam, qua xích đạo khoảng 10 giờ 30 giờ địa phương, thời

gian bay hết một vòng quanh trái đất xấp xỉ 1 giờ 40. Còn về ban đêm, chiều bay của vệ tinh ngược lại.

Như vậy, vệ tinh TERRA sẽ bay qua lãnh thổ Việt Nam một ngày hai lần vào lúc 10 giờ 30 và 22 giờ 30, do đó ở Việt Nam sẽ thu được ảnh MODIS hai lần trong một ngày. Do độ phân giải không - thời gian và độ phân giải phổ của vệ tinh TERRA rất cao, nên được ứng dụng rộng rãi trong nghiệp vụ.

5. Các tham số chính của viễn thám về các quá trình xảy ra trên bề mặt trái đất

a. Các đặc trưng quang phổ thực vật

Bất kỳ vật thể nào trên bề mặt đất đều có tác dụng điện từ. Đồng thời bất kỳ vật thể nào có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ không tuyệt đối (nhiệt độ $k = -273,16^{\circ}\text{C}$) đều liên tục phát ra sóng điện từ (nhiệt bức xạ). Do thành phần cấu tạo của các vật thể trên bề mặt trái đất khác nhau nên sự hấp thụ hoặc phát xạ các sóng điện từ cũng khác nhau, ngay trong lớp thảm thực vật mỗi loại thực vật khác nhau hấp thụ và phát xạ các sóng điện từ cũng khác nhau. Vì vậy, trên cơ sở các dữ liệu viễn thám, có thể xác định được các đặc trưng quang phổ khác nhau của bề mặt trái đất. Trong đó, một trong những đặc trưng quang phổ quan trọng nhất của viễn thám là quang phổ thực vật. Những đặc trưng nêu trên là cơ sở để xây dựng các chỉ số thực vật, những thông tin quan trọng cho việc nghiên cứu và phục vụ khí tượng nông nghiệp.

Các chỉ số phổ thực vật được phân tách từ các băng cận hồng ngoại, hồng ngoại và dải đỏ là các tham số trung gian, từ đó có thể thấy được các đặc tính khác nhau của thảm thực vật như:

sinh khối, chỉ số diện tích lá, khả năng quang hợp, các sản phẩm sinh khối theo mùa do thực vật có thể tạo ra. Những đặc tính đó có liên quan và phụ thuộc rất lớn vào dạng thực vật bao phủ và thời tiết, đặc tính sinh lý, sinh hoá và sâu bệnh.... Công nghệ viễn thám giám sát gần đúng đặc tính các hệ sinh thái khác nhau, đồng thời là phép nhận dạng chuẩn và phép so sánh giữa chúng với nhau.

Đặc trưng cho bề mặt trái đất bao gồm các chỉ số thực vật sau:

1) Chỉ số thực vật NDVI (normalized difference vegetation index)

$$NDVI = \frac{(IR - R)}{(IR + R)}$$

Trong đó IR là giá trị bức xạ của bước sóng cận hồng ngoại (near infrared), R là giá trị bức xạ của bước sóng nhìn thấy (visible).

Chỉ số thực vật được dùng rất rộng rãi để xác định mật độ phân bố của thảm thực vật, đánh giá trạng thái sinh trưởng và phát triển của cây trồng, là cơ sở số liệu để dự báo sâu bệnh, hạn hán, diện tích năng suất và sản lượng cây trồng...(hình 1 là bản đồ chỉ số thực

thực (NDVI) bề mặt trái đất theo MODIS)

2) Tỷ số chỉ số thực vật RVI (ratio vegetation index)

$$RVI = \frac{IR}{R}$$

Tỷ số chỉ số thực vật (RVI) thường dùng để xác định chỉ số diện tích lá, sinh khối khô của lá và hàm lượng chất diệp lục trong lá. Vì vậy, tỷ số chỉ số RVI được dùng để đánh giá mức độ che phủ và phân biệt các lớp thảm thực vật khác nhau, nhất là những thảm thực vật có độ che phủ cao.

3) Chỉ số thực vật sai khác DVI (difference vegetation index)

Chỉ số thực vật sai khác DVI hay còn gọi là chỉ số thực vật môi trường EVI (environmental vegetation index), chỉ số thực vật cây trồng CVI (crop vegetation index).

4) Chỉ số màu xanh thực vật GVI (green vegetation index)

$$DVI = IR - R$$

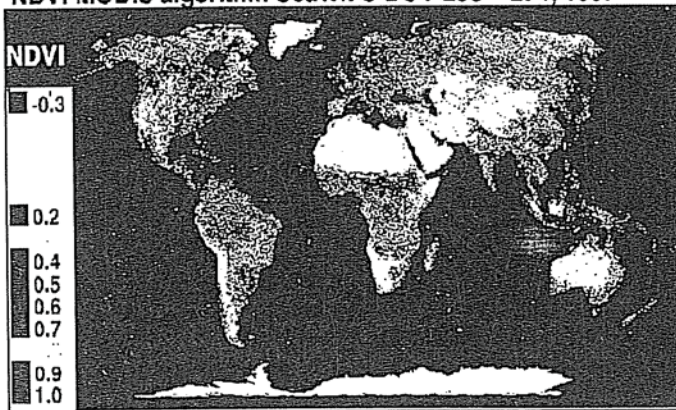
$$GVI = 1,6225CH2 - 2,2978CH1 + 11,0656$$

Trong đó CH2 và CH1 là quang phổ của các bước sóng cận hồng ngoại và bước sóng nhìn thấy của vệ tinh NOAA/AVHRR. Hệ số GVI có ưu điểm là giảm được mức tối thiểu sự ảnh hưởng của đất đai đến chỉ số thực vật.

5) Chỉ số màu sáng thực vật LVI (light vegetation index).

Năm 1976 R.J. Kauth và G.S. Thomas đã tìm được mối liên hệ giữa chỉ số hạn hán thực vật và số liệu vệ tinh TM.

NDVI MODIS algorithm SeaWiFS DOY 258 - 274, 1997



Hình 1. Bản đồ chỉ số thực vật (NDVI) bề mặt lục địa theo MODIS)

PHỔ BIẾN KIẾN THỨC

$LVI=0,3037b1+0,2793b2+0,4743b3$
 $+0,5585b4+0,5082b5+0,1863b7$

Trong đó: b1- b7 là quang phổ của các bước sóng khác nhau của ảnh vệ tinh TM.

6) Chỉ số úa vàng thực vật YVI (yellow vegetation index)

$$YVI = (R+G)/2$$

Trong đó: R - quang phổ bước sóng nhìn thấy (0,63 - 0,69), G - bước sóng xanh (0,52 - 0,60). Chỉ số này chỉ mức độ hạn hán của thực vật.

7) Chỉ số màu nâu thực vật BVI (brown vegetation index)

$$BVI = (b5+b7)/2$$

Chỉ số này phản ánh mức độ thiếu nước của thực vật, còn được dùng để đánh giá tác hại của sâu bệnh đối với cây trồng.

Do các chỉ số viễn thám đối với thực vật rất phong phú, vì vậy hoàn toàn có khả năng sử dụng các thông tin viễn thám để giải quyết nhiều vấn đề khác nhau trong sản xuất nông nghiệp.

b. Bức xạ bề mặt và phản xạ (Albedo)

Phân loại các giải phổ của mỗi hệ đo bức xạ cho phép biết được tất cả các thông tin về phổ. Nhận biết được phản xạ Albedo có thể đánh giá được bức xạ quang hợp và tổng lượng ánh sáng mặt trời trên bề mặt trái đất, đó là điều kiện tiên quyết cho cây trồng sinh trưởng và phát triển. Hình 2 là hệ số phát xạ của MODIS vùng Hà Nội, Hà Đông.



Hình 2. Hệ số phát xạ của MODIS khu vực Hà Nội, Hà Đông



Hình 3. Tổng lượng hơi nước bốc hơi khu vực Hà Nội, Hà Đông (g/cm3)

c. Bốc thoát hơi

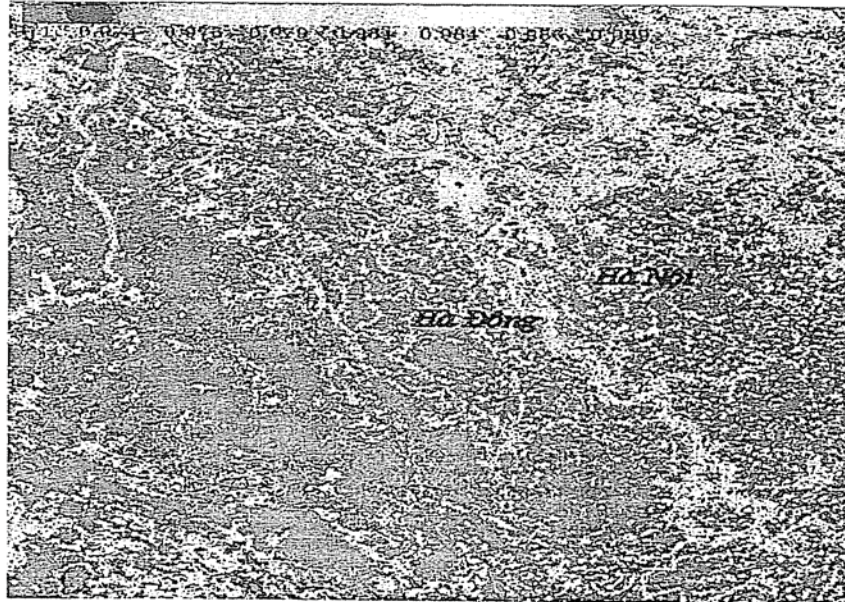
Có thể xác định được bốc thoát hơi dựa vào 3 cơ sở sau: phương trình năng lượng, mô hình lớp biên khí quyển và tổng khối lượng. Nghiệp vụ đánh giá bốc, thoát hơi các chỉ số thực vật cần biết là mùa sinh trưởng, dạng đất và tốc độ gió. Hình 3 là tổng lượng nước bốc hơi theo MODIS vùng Hà Nội, Hà Đông.

d. Nhiệt độ bề mặt đất

Đánh giá nhiệt độ bề mặt đất từ số liệu viễn thám là vấn đề tổng hợp của việc tính toán các thành phần của cán

cân năng lượng và bốc thoát hơi. Đo nhiệt độ bề mặt là rất quan trọng để giám sát cháy rừng. Hình 4 là nhiệt độ bề mặt đất theo MODIS vùng Hà Nội,

Hà Đông. Vùng núi đá vôi và hai thành phố Hà Nội và Hà Đông có nhiệt độ bề mặt là lớn nhất (hình 4).



Hình 4. Nhiệt độ bề mặt đất (theo Sobrino et al) khu vực Hà Nội, Hà Đông

d. Độ ẩm đất

Đo độ ẩm đất phải sử dụng máy phân tích phổ hồng ngoại AVHRR, song cần được nâng cao độ chính xác. Dùng MIMR và khai thác ERS - 1 (dải băng C) và JERS-1 (dải băng L) từ số liệu của SAR có thể đánh giá được độ ẩm đất với sai số cho phép.

g. Xác định lượng mưa

Để xác định được lượng mưa, cần

phân tích mối tương quan giữa lượng mưa và nhiệt độ mây. Sử dụng đặc trưng của dải phổ hồng ngoại nhiệt của mây để xác định trạng thái nhiệt độ của mây theo màu sắc ảnh vệ tinh. Thông thường mây càng cao nhiệt độ càng thấp lượng mưa càng lớn. Ở Trung Quốc đã nghiên cứu và xác định được mối tương quan giữa lượng mưa và nhiệt độ mây theo bảng 1.

Bảng 1 Mối tương quan giữa nhiệt độ mây và lượng mưa

Màu sắc ảnh vệ tinh	Phạm vi nhiệt độ của mây (°C)	Nhiệt độ trung bình của mây (°C)	Lượng mưa 3 giờ (mm)	Lượng mưa 6 giờ (mm)
Màu đen	-54~-60	-57	1~5	5~10
Màu tối nhạt	-60~-70	-66	5~10	10~25
Màu sáng nhạt	-70~-78	-74	10~25	25~50
Màu trắng	<-78	<-78	>25	>50

PHỔ BIẾN KIẾN THỨC

Như vậy, căn cứ vào màu sắc của ảnh viễn thám trong dải quang phổ nhiệt hồng ngoại ta có thể xác định được lượng mưa theo các ngưỡng khác nhau của thời gian.

Tóm lại: trên đây chỉ là một vài nét cơ bản về công nghệ viễn thám và GIS mà tác giả muốn giới thiệu nhằm cung cấp những thông tin ban đầu giúp người đọc có cách nhìn tổng quan về công

nghệ này.

Để có những hiểu biết sâu hơn và làm chủ được công nghệ viễn thám và GIS, biết sử dụng các sản phẩm viễn thám và GIS trong nghiên cứu và ứng dụng để giám sát, quản lý tài nguyên khí hậu, đất đai, nguồn nước và môi trường cần có những đầu tư thích hợp về đào tạo con người, trang thiết bị và những phần mềm tương thích.

Tài liệu tham khảo

1. Liên hiệp các hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam. "*Sử dụng tư liệu ảnh viễn thám vệ tinh TERRA-MODIS và NOAA trong theo dõi diễn biến cháy lớp phủ thực vật tại Việt Nam phục vụ công tác quản lý tài nguyên rừng*". Hà Nội, 12 - 2004.
2. Lê Văn Nghinh. "*Giáo trình kỹ thuật viễn thám và hệ thống thông tin địa lý*". Trường đại học Thủy lợi Hà Nội, Bộ môn tính toán Thủy văn. Hà Nội, 19983. Nguyễn Ngọc Thạch và nnk. "*Viễn thám trong nghiên cứu tài nguyên môi trường*". NXB - KHKT. Hà Nội, 1997.
4. Asian pacific Remote Sensing journal. Volume 1 to volume 6, number 1, 2, 3, 4, 5, 6 (RAS/86/141) 1988-1994.
5. Carlson, T.N. and Dodd, J.K.. Remote estimation of surface energy balance, moisture availability and thermal inertia. Journal of Applied Meteorology. Vol. 20, pp.67-87, 1981.
6. Star, J. , Estes J. , Geographic Information Systems on Introduction, prentice-Hall, New Jersey, 1998.
7. Trần Thuật Bằng. "*Từ điển viễn thám, NXB khoa học*". (Nguyên bản tiếng Trung Quốc), Bắc Kinh, 1990.
8. Vương Vũ Minh. "*Kỹ thuật viễn thám và ứng dụng*". NXB giao thông nhân dân (Nguyên bản tiếng Trung Quốc), Bắc Kinh 1990.
9. Trương Siêu và nnk. "*Hệ thống thông tin địa lý*". NXB giáo dục và đại học. (Nguyên bản tiếng Trung Quốc), Bắc Kinh 2000.
10. Trương Hồng Danh. "*Viễn thám trong giám sát cây trồng và dự báo năng suất*". NXB - Đại học Nông nghiệp (Nguyên bản tiếng Trung Quốc), Bắc Kinh 1989
11. Vương Hồng Lộc. "*Nghiên cứu độ ẩm đất bằng số liệu vệ tinh khí tượng*". NXB thông tin viễn thám, Bắc Kinh 1988.