

SỬ DỤNG TƯ LIỆU MODIS THEO DÕI ĐỘ ẨM ĐẤT / THỰC VẬT BỀ MẶT: THỬ NGHIỆM VỚI CHỈ SỐ MỨC KHÔ HẠN NHIỆT ĐỘ – THỰC VẬT (TVDI)

TS. Trần Hùng
Giám đốc kỹ thuật,
Công ty Tư vấn GeoViệt¹

Tóm tắt:

Nghiên cứu này tập trung vào mối quan hệ giữa chỉ số thực vật chuẩn NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) và nhiệt độ bề mặt từ dữ liệu ảnh vệ tinh. Chỉ số mức khô hạn nhiệt độ - thực vật (Temperature-Vegetation Dryness Index – viết tắt là TVDI) được tính toán và nghiên cứu thử nghiệm từ chuỗi số liệu thời gian (time series) ảnh MODIS cho 3 mùa khô liên tiếp 2000-2001, 2001-2002 và 2002-2003. Sự phân bố không gian và thay đổi theo thời gian (trong mùa và giữa các năm) của chỉ số TVDI bước đầu chứng tỏ giá trị của chỉ số trong việc theo dõi độ ẩm trong đất / thực vật bề mặt. Những kết quả ban đầu cho thấy hiệu quả của việc sử dụng tư liệu MODIS với độ phân giải thời gian cao trong việc theo dõi biến động của hệ sinh thái vùng nhiệt đới. Hơn nữa, có thể sử dụng chỉ số TVDI kết hợp với những chỉ số hạn hán khác và các quan trắc khí tượng tích lũy trong nhiều năm để nghiên cứu biến đổi khí hậu và xây dựng hệ thống theo dõi và phát hiện, dự báo sớm những biến động, thảm họa trong nông và lâm nghiệp cấp khu vực.

I. GIỚI THIỆU

Hạn hán được nhìn nhận là một trong những hiện tượng môi trường có tính phá hoại nghiêm trọng, gây nên sự sụt giảm sản lượng nông nghiệp và làm tăng đáng kể khả năng cháy rừng. Thông thường hạn hán thường xảy ra trên diện rộng, việc quan trắc bằng các phương pháp truyền thống rất khó khăn, đặc biệt ở những nước đang phát triển với những hạn chế đáng kể trong việc đầu tư cho hệ thống quan trắc các tham số môi trường. Chính vì vậy, những số liệu Vệ tinh Quan trắc Trái đất (EOS) rất có ích và rất đáng được quan tâm trong điều kiện này. Dữ liệu ảnh NOAA, MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometers) có thể cung cấp thông tin về bề mặt trái đất trong các kênh phổ khác nhau: các kênh phổ nhìn thấy và kênh hồng ngoại gần và sóng ngắn và kênh nhiệt. Chỉ số thực vật chuẩn NDVI kết hợp thông tin trong kênh phổ màu đỏ và kênh hồng ngoại gần đã được sử dụng một cách hiệu quả trong quan trắc tình trạng / sức khỏe lớp phủ thực vật. Đối với dữ liệu MODIS, chỉ số NDVI được xác định từ giá trị phản xạ trong kênh 1 (phổ màu đỏ) và kênh 2 (phổ hồng ngoại gần) như sau:

$$NDVI = \frac{Modis2 - Modis1}{Modis2 + Modis1} \quad [1]$$

Các nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng, NDVI không nhạy cảm lắm với sự thiếu nước của thực vật vì thực vật vẫn xanh khi mới bắt đầu thiếu nước.

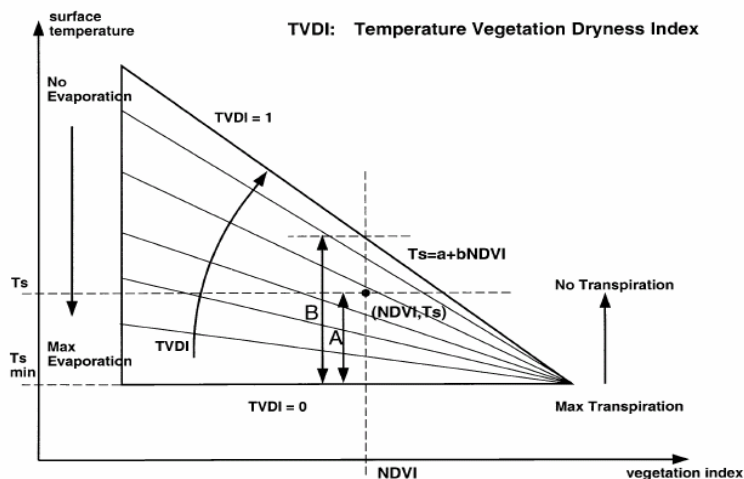
Mặt khác, nhiệt độ bề mặt trái đất (T_s) thu được từ kênh phổ nhiệt đặc biệt tại vùng nhiệt đới, là một chỉ thị tốt cho dòng ẩn nhiệt. Nhiệt độ bề mặt (surface temperature) có thể tăng lên rất nhanh khi thực vật thiếu nước và lớp phủ thực vật có tác động đáng kể đến việc xác định nhiệt độ bề mặt. Như vậy, T_s và NDVI kết hợp có thể cung cấp thông tin về điều kiện sức khỏe thực vật và độ ẩm tại bề mặt trái đất (Sandholt và n.n.k, 2002). Khả năng chiết tách

¹ Địa chỉ: 6/17, Ngõ 139 Nguyễn Ngọc Vũ, Hà Nội - ĐT: 0904348397 Fax: 5564710 E-mail: hung.geoviet@gmail.com

những thông tin về cân bằng năng lượng và nước bề mặt hoặc phân loại lớp phủ thông qua quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt (T_s) và chỉ số thực vật chuẩn (NDVI) đã được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm (Gillies và n.n.k, 1997; Owen và n.n.k, 1998; Trần Hùng và Yasuoka, 2001). Và việc nghiên cứu sự phân tán của các pixel trong không gian nhiệt độ bề mặt – chỉ số thực vật (Hình 1) sẽ cung cấp thông tin về điều kiện thực vật và độ ẩm bề mặt. Trong không gian $[T_s, NDVI]$, độ dốc của đường hồi quy liên quan đến mức bay hơi của bề mặt, đến kháng trở của lá cây và đến độ ẩm trung bình của đất. Vị trí của pixel ảnh trong không gian $[T_s, NDVI]$ bị ảnh hưởng bởi rất nhiều yếu tố như nhiệt độ, độ phủ thực vật, độ ẩm, độ bay hơi, v.v. và những đường đồng mức của các yếu tố chính (độ ẩm, độ bay hơi) có thể vẽ được trong tam giác xác định nên không gian $[T_s, NDVI]$ (Hình 1). Với cùng điều kiện khí hậu thì nhiệt độ bề mặt T_s sẽ nhỏ nhất tại những bề mặt có độ bay hơi cực đại do lượng nước bão hòa - tạo nên đường đáy “rìa ướt” của tam giác không gian $[T_s, NDVI]$. Ngược lại, tại các bề mặt có độ bay hơi cực tiểu do bề mặt rất khô (dù có hay không có phủ thực vật) thì nhiệt độ bề mặt T_s sẽ tăng cực đại – tạo nên đường hạn chế trên “rìa khô” của tam giác không gian $[T_s, NDVI]$. Để lượng hóa quan hệ giữa chỉ số thực vật chuẩn và nhiệt độ bề mặt T_s , nhà nghiên cứu Sandholt (2002) đã đề nghị sử dụng chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật (TVDI) được xác định theo công thức:

$$TVDI = \frac{T_s - T_{s\min}}{a + b * NDVI - T_{s\min}} \quad [2]$$

ở đây $T_{s\min}$ là nhiệt độ bề mặt cực tiểu trong tam giác xác định rìa ướt, T_s là nhiệt độ quan sát tại pixel ảnh cần tính, NDVI là chỉ số thực vật chuẩn, $T_{s\max}$ là nhiệt độ bề mặt cực đại quan sát được cho mỗi khoảng giá trị của NDVI. Như vậy điểm mấu chốt để tính được TVDI là xác định được đường rìa khô đối với ảnh đang nghiên cứu và đường rìa khô được mô hình hoá như một xấp xỉ tuyến tính ($T_{s\max} = a + b * NDVI$) và từ các khoảng giá trị NDVI sẽ tính ra được những pixel với nhiệt độ bề mặt cực đại tương ứng để tính tham số a và b. TVDI có giá trị 1 tại “rìa khô” và 0 tại “rìa ướt”.



Hình 1 Chỉ số TVDI của một pixel ảnh $[T_s, NDVI]$ được xác định như một tỷ lệ giữa đường $A = (T_s - T_{s\min})$ và $B = (T_{s\max} - T_{s\min})$ (Công thức [2]).

II. DỮ LIỆU MODIS VÀ PHƯƠNG PHÁP

Bán đảo Đông Dương – một trong những khu vực sản xuất nông nghiệp chính trên thế giới, thường gánh chịu những tai họa nông nghiệp thường xuyên như lũ lụt, hạn hán và cháy

rừng do ảnh hưởng của những hiện tượng khí hậu thất thường cộng với việc phá rừng, canh tác cường độ cao và quá trình đô thị hoá – được chọn làm vùng nghiên cứu thử nghiệm. Tọa độ địa lý của vùng nghiên cứu: $101^{\circ}30' - 109^{\circ}30'$ Kinh độ đông và $8^{\circ}00' - 18^{\circ}00'$ Vĩ độ bắc.

Dữ liệu ảnh MODIS thu được từ vệ tinh TERRA và AQUA bao gồm 36 kênh trong các dải phổ nhìn thấy, hồng ngoại gần và sóng ngắn và kênh nhiệt với độ phân giải không gian từ 250 m, 500m và 1000 m. MODIS có chu kỳ chụp lặp lại cao và trong một ngày đêm có thể thu nhận được 2 ảnh ban ngày và 2 ảnh ban đêm đối với mọi vùng trên trái đất. Đặc tính chụp phủ vùng rộng lớn, độ phân giải thời gian cao cộng với nhiều kênh thiết kế chuyên để tính hiệu chỉnh ảnh hưởng khí quyển đã làm tăng khả năng sử dụng ảnh MODIS trong nghiên cứu những vùng nhiệt đới nhiều mây. Để phục vụ cho nghiên cứu này, tư liệu ảnh MODIS trong 4 năm 2000-2003 được thu thập từ trạm thu đặt tại Viện Công nghệ Châu Á (AIT), Thái Lan – tọa độ $100^{\circ}37'$ Kinh độ đông và $14^{\circ}05'$ Vĩ độ bắc. Dữ liệu này đã được tiền xử lý đến mức 1b như hiệu chỉnh ảnh hưởng khí quyển và nắn chỉnh hình học sử dụng phần mềm chuyên dụng IMAPP của Trường Đại học Wisconsin và lưu trữ tại Viện Khoa học Công nghiệp, Đại học tổng hợp Tokyo. Quy trình xử lý tư liệu ảnh MODIS được trình bày chi tiết trong Trần Hùng và n.n.k (2001). Do điều kiện mây phủ thường xuyên trong vùng nhiệt đới, chỉ những ảnh MODIS trong mùa khô có tỷ lệ phủ mây dưới 20% được chọn ra để xử lý tiếp như lọc mây (sử dụng thuật toán MOD06 của NASA) và tích hợp ảnh đa thời gian để tạo ảnh ghép 8-ngày không mây. Tổng số ảnh MODIS được chọn cho 3 mùa khô là 16 cảnh cho mùa khô 10/2000 – 2/2001, 15 cảnh cho mùa khô 11/2001 – 3/2002 và 17 cảnh cho mùa khô 10/2002 – 3/2003.

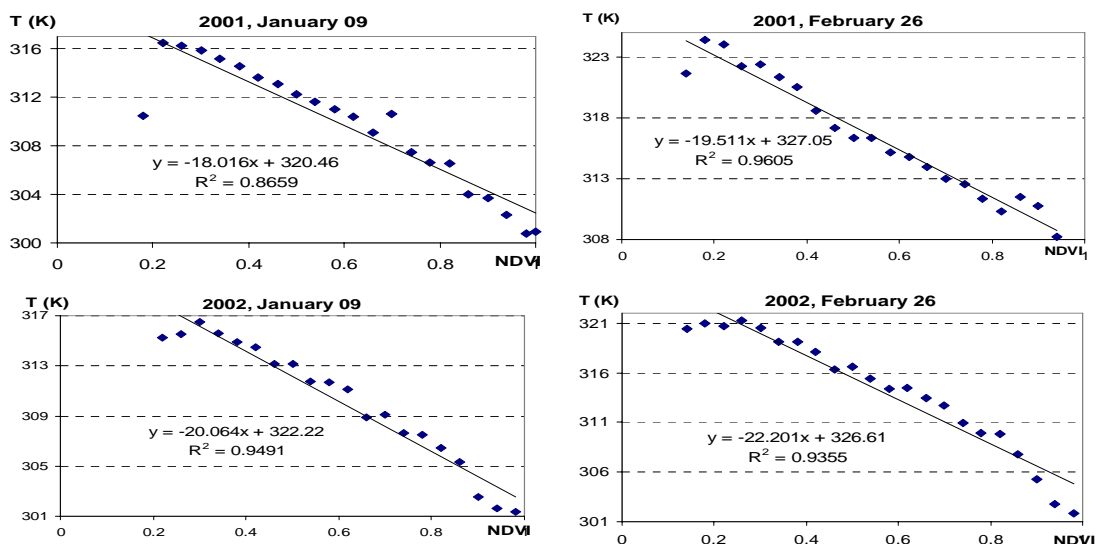
Giá trị nhiệt độ bức xạ tại đầu thu MODIS cho kênh 31 và 32 được tính theo công thức Plank:

$$T_i(R_i) = \frac{C_2 v_i}{\ln\left(\frac{C_1 v_i^3}{R_i} + 1\right)} \quad [3]$$

ở đây: $T_i(R_i)$ – nhiệt độ bức xạ tính theo độ Kelvin cho từng pixel của kênh i ; C_1 – hằng số định cỡ ($1.1910659 \times 10^{-5} \text{ mWm}^{-2}\text{sr}^{-1}\text{cm}^4$); C_2 – hằng số định cỡ ($1.438833 \text{ cm}^0\text{K}$); v_i – giá trị bước sóng trung tâm cho kênh i ; R_i – bức xạ phổ đã được hiệu chỉnh cho từng pixel của kênh i . Sau đó, giá trị nhiệt độ bề mặt trái đất được tính từ nhiệt độ bức xạ của kênh 31 và 32 (trong dải sóng 10.5 – 12.5 μm sử dụng thuật toán split-windows cho ảnh MODIS (Wan, 1999).

Chỉ số NDVI được tính từ kênh 1 và 2 của ảnh MODIS đã được hiệu chỉnh theo công thức [1] và được chuyển về cùng độ phân giải 1-km với T_s .

Đồ thị phân tán (scatterplots) của T_s như là một hàm số của chỉ số thực vật chuẩn NDVI được xây dựng cho từng ảnh MODIS đã được chọn trong 3 mùa khô. Để tính chỉ số TVDI theo công thức [2], giá trị $T_{s\min}$ (đường “rìa ướt”) được xác định như giá trị nhiệt độ mặt nước trung bình của Biển hồ Ton-Lesap (Căm-pu-chia). Tham số a và b của đường “rìa khô” cho mỗi 1 cảnh MODIS được xác định bằng hàm hồi qui bình phương tối thiểu của các giá trị cực đại T_s đối với những khoảng giá trị NDVI. Hình 2 thể hiện đại diện đường rìa khô cho 4 cảnh vào tháng 1 và 2 năm 2001 và 2002 với tham số a và b đã được xác định và giá trị R^2 thể hiện độ chính xác cao của hàm hồi quy xấp xỉ. Với $T_{s\min}$, a và b xác định không đổi cho từng ảnh MODIS, giá trị TDVI cho từng pixel ảnh được tính theo công thức [2] khi thay vào các giá trị của T_s và NDVI tương ứng.



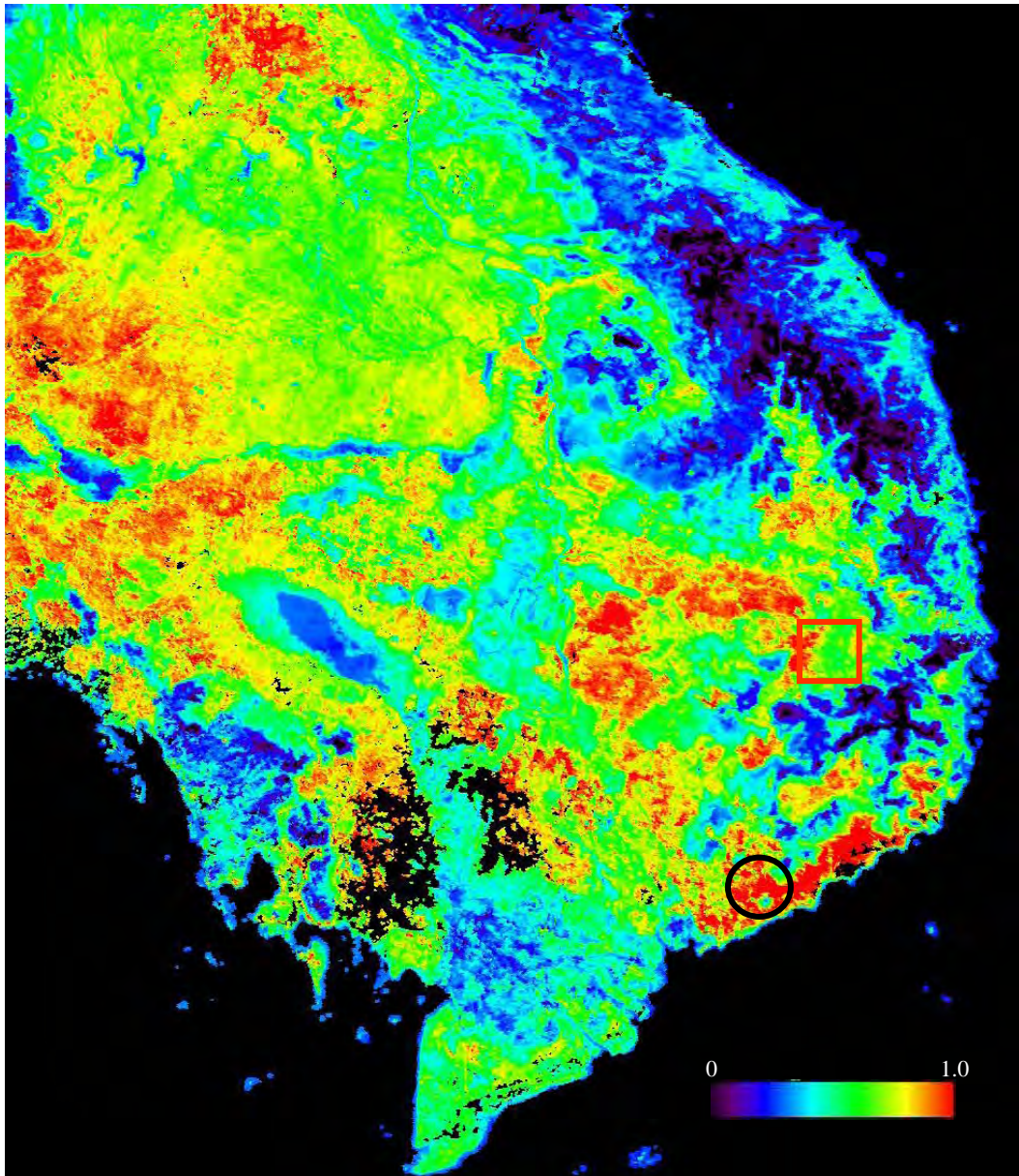
Hình 2 Giá trị rìa khô được sử dụng cho việc tính toán chỉ số TVDI – giá trị T_s cực đại được xác định cho từng khoảng NDVI nhỏ và rìa khô được xác định bằng hồi quy tuyến tính.

III. KẾT QUẢ BAN ĐẦU

Như vậy, sử dụng chuỗi số liệu (time series) NDVI và nhiệt độ bề mặt từ tư liệu MODIS, chỉ số TVDI cho vùng nghiên cứu đã được tính toán cho từng cảnh chọn trong 3 mùa khô 2000-2001, 2001-2002 và 2002-2003. Hình 3 cho thấy sự phân bố không gian của chỉ số TVDI và như vậy, của mức độ khô hạn nhiệt độ-thực vật trên toàn vùng cho ngày 2/2/2002. Nhìn tổng thể, giá trị chỉ số TVDI tương đối cao với các đối tượng lớp phủ đô thị và đất khô trông như vùng cao nguyên Korat của Thái lan, cao nguyên Nam Lào, vùng khô hạn ven biển Bình thuận, Ninh thuận với TVDI dao động trong khoảng 0.25 – 0.53. Đối với các khu vực rừng rậm, vùng thấp trũng, đồng bằng sông Cửu long, giá trị TVDI tương đối thấp trong khoảng 0.04 – 0.21 và tương đối ít biến đổi với phương sai nhỏ khoảng 0.10 – 0.13. Bảng 1 cũng chỉ rõ xu thế chung mức độ khô hạn nhiệt độ - thực vật tăng dần từ đầu mùa khô (với giá trị TVDI trung bình cho toàn vùng = 0.14 trong tháng 11/2001, 0.25 trong tháng 1/2002) cho đến cuối mùa khô (0.33 trong tháng 3/2002).

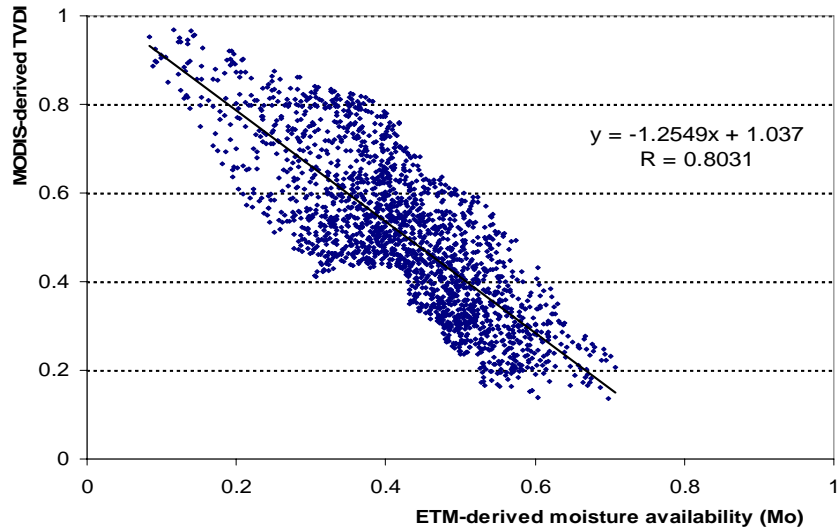
Bảng 1 Giá trị TVDI trung bình và phương sai cho các nhóm lớp phủ bề mặt khác nhau

Loại / nhóm lớp phủ	Tháng 11/2001		Tháng 1/2002		Tháng 3/2002	
	TVDI trung bình	Phương sai	TVDI trung bình	Phương sai	TVDI trung bình	Phương sai
Rừng rậm, đất trũng	0.04	0.10	0.09	0.12	0.21	0.13
Đất trồng trọt	0.10	0.15	0.24	0.16	0.42	0.21
Đất trống, đất đô thị	0.22	0.22	0.32	0.21	0.43	0.29
Trung bình cho toàn vùng	0.14	0.17	0.25	0.16	0.33	0.21

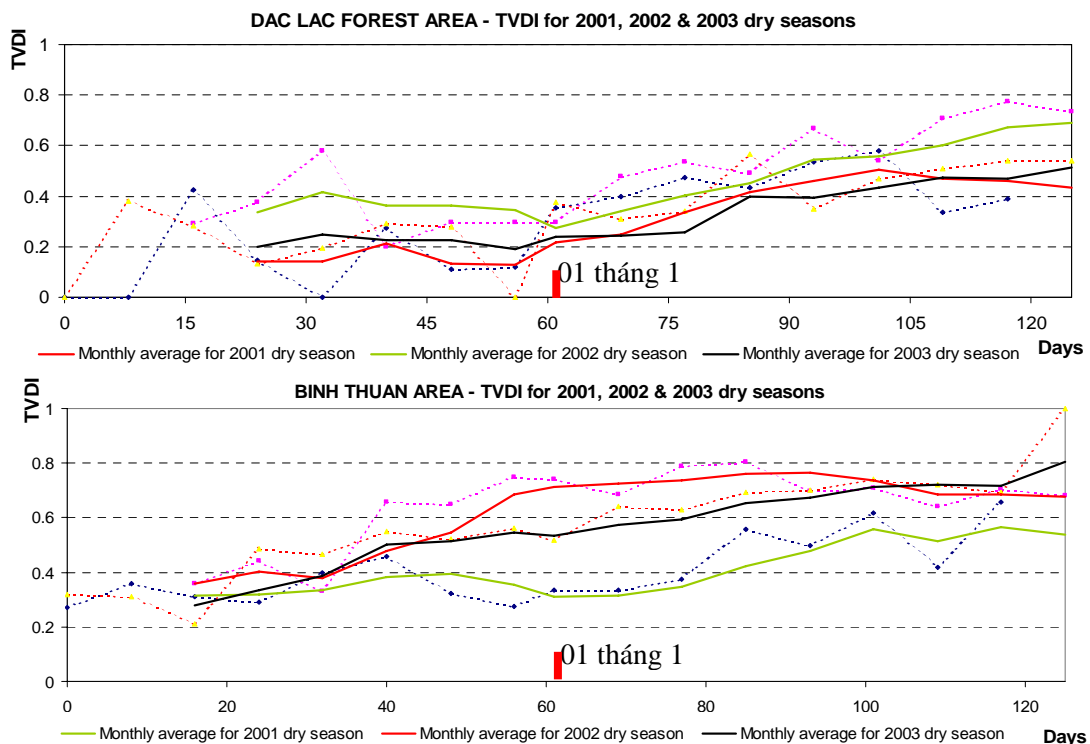


Hình 3 Sự phân bố không gian theo chỉ số TVDI cho vùng nghiên cứu (ngày 2/2/2002): Hình chữ nhật chỉ khu vực lấy mẫu rừng Đắc Lắc và Vòng tròn chỉ khu vực khô hạn Bình Thuận.

Giá trị chỉ số TVDI được kiểm nghiệm ban đầu với những số liệu quan trắc tại các trạm khí tượng thủy văn trong vùng. Ngoài ra, áp dụng mô hình trao đổi năng lượng bề mặt giữa đất - thực vật - khí quyển, gọi tắt là mô hình SVAT của trường Đại học Penn State (Carlson 2000) kết hợp với tư liệu vệ tinh độ phân giải cao Landsat ETM+ chụp ngày 08/1/2001, giá trị chỉ số độ ẩm Mo đã được tính cho vùng chọn mẫu Tây Ninh. Sau khi chuyển về cùng độ phân giải không gian, thì kết quả so sánh cho thấy tương quan nghịch giữa chỉ số độ ẩm Mo tính từ ảnh ETM+ và chỉ số mức khô hạn nhiệt độ - thực vật tương đối cao với hệ số tương quan Pearson $r = -0.8$ (xem chi tiết phương pháp tính chỉ số độ ẩm từ ảnh Landsat trong Trần Hùng & Yasuoka, 2004).



Hình 4 Đồ thị phân tán chỉ rõ sự tương quan giữa chỉ số TVDI tính từ dữ liệu MODIS với chỉ số độ ẩm tính từ dữ liệu Landsat ETM+ kết hợp với mô hình SVAT cho vùng kiểm nghiệm Tây Ninh.



Hình 5 Sự thay đổi theo thời gian của chỉ số TVDI đối với khu vực rừng Đắc Lắc và khu vực khô hạn Bình Thuận qua 3 mùa khô 2000-2001; 2001-2002; và 2002-2003 (trục thời gian được tính theo ngày bắt đầu từ 28 tháng 10 mỗi năm)

Sự thay đổi theo thời gian của chỉ số TVDI được nghiên cứu dựa theo chuỗi số liệu thời gian cho một số vùng chọn mẫu tiêu biểu về lớp phủ rừng và đới khô hạn (Hình 3) để có thể theo dõi sự thay đổi của độ ẩm bề mặt. Hình 5 cho thấy sự thay đổi của chỉ số TVDI theo thời gian trong 3 năm 2000-2003 tại 2 vùng chọn mẫu: khu vực rừng Đắc Lắc, và khu vực khô hạn của Bình Thuận. Nhìn chung, chỉ số TVDI tại vùng trồng trọt nông nghiệp luôn cao hơn tại

vùng rừng trong mọi thời điểm và chỉ số TVDI có xu thế tăng về cuối mỗi mùa khô. So sánh giữa các năm, chỉ số TVDI cho mùa khô 2001-2002 cao hơn nhiều so với 2 mùa khô 2000-2001 và 2002-2003, tương đối phù hợp với quan trắc khí hậu tại các trạm khí tượng trong khu vực trong khoảng thời gian tương ứng. Một số nhận định ban đầu như vậy cho thấy chỉ số TVDI có tiềm năng trong việc theo dõi những biến đổi của khí hậu nông nghiệp và theo dõi khô hạn không chỉ trong từng mùa mà còn trong những chu kỳ khí hậu dài hạn. Việc xây dựng một cơ sở dữ liệu tích lũy nhiều năm của những chỉ số như vậy là cần thiết cho việc theo dõi chu kỳ khí hậu làm cơ sở cho việc dự đoán xu thế biến đổi trong thời gian thực (realtime) của những chỉ số khô hạn.

IV. THẢO LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP

Những kết quả ban đầu sau khi tính toán và thử nghiệm cho thấy triển vọng sử dụng chỉ số TVDI trong việc theo dõi độ ẩm bề mặt và qua đó theo dõi và dự báo hạn hán trong nông / lâm nghiệp cấp khu vực. Một trong những ưu điểm nổi bật là việc tính toán chỉ số TVDI tương đối đơn giản và nhanh chóng, có thể tự động hóa. Tuy nhiên, việc kiểm nghiệm chỉ số TVDI với những số liệu quan trắc khí tượng thủy văn thực tế cần được tiến hành bổ sung để tăng thêm độ tin cậy và hiểu sâu thêm bản chất của chỉ số trước khi đưa chỉ số TVDI vào sử dụng trong thực tế.

Hiện tại, Việt Nam đã và đang xây dựng một số trạm thu ảnh MODIS và NOAA/AVHRR. Ngoài mục đích phục vụ những ứng dụng tức thời hoặc ngắn hạn như dự báo thời tiết, theo dõi lũ lụt và cháy rừng, việc khai thác những dữ liệu này cho những ứng dụng dài hạn như nghiên cứu chu kỳ biến đổi khí hậu, biến động về hệ sinh thái và ảnh hưởng đến sản lượng nông / lâm nghiệp rất cần được chú trọng nghiên cứu và triển khai áp dụng trong thực tiễn. Với triển vọng của dữ liệu MODIS trong việc theo dõi mức độ khô hạn bề mặt được trình bày trong bài báo này, tác giả mong muốn nhận được sự phối hợp và hợp tác của các nhà nghiên cứu, các cơ quan quản lý nhà nước trong các lĩnh vực liên quan để có thể tiếp tục nghiên cứu tiếp. Một số hướng phát triển tiếp như thử nghiệm các chỉ số khô hạn thường dùng trên thế giới như SAVI, LWCI, chỉ số Palmer, v.v với tư liệu MODIS một cách hệ thống để có được những thông tin bổ trợ cho chỉ số TVDI trong việc theo dõi biến đổi khô hạn nông / lâm nghiệp trong khu vực. Ngoài ra cần quy trình hóa hệ thống các bước thu thập và tiền xử lý tư liệu MODIS từ các trạm thu cùng với việc cải thiện vấn đề lọc ảnh hưởng khí quyển, loại bỏ mây, lọc nhiễu nhằm tăng chất lượng của chỉ số TVDI. Với sự sẵn có của tư liệu ảnh MODIS (và có thể kết hợp cả ảnh NOAA/AVHRR) nhiều lần trong ngày, Việt Nam hoàn toàn có thể xây dựng 1 hệ thống tích hợp và xử lý tự động cho ra những sản phẩm thời gian thực (near-realtime) phục vụ cho tác nghiệp trong quản lý theo dõi, dự báo sản xuất nông / lâm nghiệp và phát hiện dự báo sớm những tai họa nông / lâm nghiệp như hạn hán, cháy rừng, v.v.

Tài liệu tham khảo

1. Carlson T.N. & Arthur S.T., 2000. The impact of land use – land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective. *Global and Planetary Change*, Vol.25, pp.49-65
2. Gillies R.R., Carlson T.N., Cui J., Kustas W.P. & Humes K.S., 1997. A verification of the ‘triangle’ method for obtaining surface soil water content and energy fluxes from remote measurements of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and surface radiant temperature. *International Journal of Remote Sensing*, Vol.18 No.15, pp.3145-3165

3. Owen T.W., Carlson T.N. & Gillies R.R., 1998. An assessment of satellite remotely sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. *International Journal of Remote Sensing*, Vol.19 No.9, pp.1663-1681
4. Sandholt I., Rasmussen K. & Andersen J. (2002). A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 79, pp. 213-224.
5. Tran H., Yasuoka Y., 2004. Surface Climatic Impacts of Urbanization in the Hochiminh City, Vietnam: An Integrated Study with Remote Sensing and Modeling. *Proceedings of the 3rd ICUS International Symposium "New Technologies for Urban Safety of Megacities in Asia"*, Agra, India, October 18-19, 2004
6. Tran H., Yasuoka Y., 2001. Remote Sensing to Assess Regional Climatic Effects of Urban Expansion in Northern Bangkok, Thailand. *Proceedings of the Int'l Conference on Computer in Urban Planning and Urban Management*, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii, USA.
7. Tran, H., Ochi, S., Nemoto, T., Kitsuregawa, M. and Yasuoka, Y., 2001. MODIS data acquisition, processing and scientific utilization framework at the Institute of Industrial Science, University of Tokyo. *Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing*, Singapore, 1, 488-492.

Summary:

MODIS DATA TO MONITOR SURFACE SOIL/VEGETATION MOISTURE STATUS: A STUDY WITH TEMPERATURE-VEGETATION DRYNESS INDEX

Dr. Tran Hung
Technical Director
GeoViet Consulting Co. Ltd.

This paper attempts to explore the surface temperature (T_s) and vegetation index (NDVI) derived from satellite images. The Temperature-Vegetation Dryness Index (TVDI) was experimentally computed and studied from the time series of MODIS data for 3 consecutive dry-seasons of 2000-2001, 2001-2002 and 2002-2003. Examining spatial distribution and temporal evolution (through dry-seasons and inter-annual) of the TVDI has revealed the usefulness of the TVDI in monitoring the surface soil/vegetation moisture status. The preliminary results of this study demonstrated the potentiality of high-temporal resolution MODIS data in long-term monitoring terrestrial ecosystems in tropical areas. TVDI is expected be used in combination with other drought indices and ground observation data over the years for climate change research and for developing an agricultural disasters early warning system for the region.