

ỨNG DỤNG VIỄN THÁM NHIỆT KHẢO SÁT ĐẶC TRƯNG NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐÔ THỊ VỚI SỰ PHÂN BỐ CÁC KIỂU THẨM PHỦ Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Trần Thị Vân

Viện Môi trường và Tài nguyên – ĐHQG-HCM

TÓM TẮT: Thành phố Hồ Chí Minh là một trong những đô thị phát triển và mở rộng nhanh với hơn 6 triệu dân. Sự gia tăng dân số và phát triển kinh tế – xã hội dẫn đến giao thông tăng nhanh, diện tích nhà ở được mở rộng ra ngoại thành nhiều hơn so với trước đây. Điều đó tác động đến sự biến đổi vi khí hậu, rõ nét nhất là sự tăng lên của nhiệt độ bề mặt đô thị so với các vùng lân cận, hình thành nên “đảo nhiệt” (heat island) trong lớp biên khí quyển bên trên của thành phố, đồng thời cũng gây nên những vấn đề môi trường nghiêm trọng đối với cư dân. Viễn thám nhiệt thể hiện khá tốt khả năng thám sát trường nhiệt độ này. Mục đích nghiên cứu này là đánh giá việc sử dụng ảnh Landsat ETM+ để chỉ thị những sự khác nhau về nhiệt độ ở khu vực đô thị và so sánh mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt đô thị và các kiểu thảm phủ.

1. GIỚI THIỆU

Môi trường nhiệt xung quanh các khu vực đô thị được đặc trưng bởi hiện tượng “đảo nhiệt” (heat island) làm ảnh hưởng đến nhu cầu năng lượng, sức khoẻ và các điều kiện về môi trường. Các quan trắc mặt đất chỉ phản ánh điều kiện nhiệt của khu vực cục bộ xung quanh trạm đo. Thực tế, chúng ta không thể thiết lập nhiều trạm quan trắc khí tượng với mật độ dày đặc. Dữ liệu viễn thám có độ phân giải không gian cao hơn và phần phủ mặt đất lớn hơn, đồng thời cho phép thu nhận thông tin bề mặt trái đất ngay cả những vùng con người không thể đi đến được. Với ưu điểm trên, hiện nay nhánh viễn thám nhiệt (với các kênh có bước sóng từ 8 - 14μm) đã được sử dụng cho các khu vực đô thị để theo dõi diễn biến nhiệt độ và đánh giá hiện tượng “đảo nhiệt đô thị”.

Để đánh giá điều kiện nhiệt của mặt đất bằng dữ liệu vệ tinh, cần phải tìm mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và kiểu thảm phủ. Nhiệt độ bề mặt có thể được ước tính hàng ngày bằng cách sử dụng các kênh nhiệt của vệ tinh NOAA/AHVR. Tuy nhiên, dữ liệu này có độ phân giải thấp 1,1 km chỉ thích hợp để khảo sát nhiệt độ bề mặt đất ở mức độ vĩ mô, không khả thi khi thực hiện các khảo sát cho khu vực đô thị yêu cầu chi tiết hơn. Ảnh vệ tinh Landsat ETM+ có kênh hồng ngoại nhiệt (thermal infrared band - TIR) với độ phân giải không gian 60m có thể giúp người sử dụng xác định nhiệt độ bề mặt chi tiết hơn.

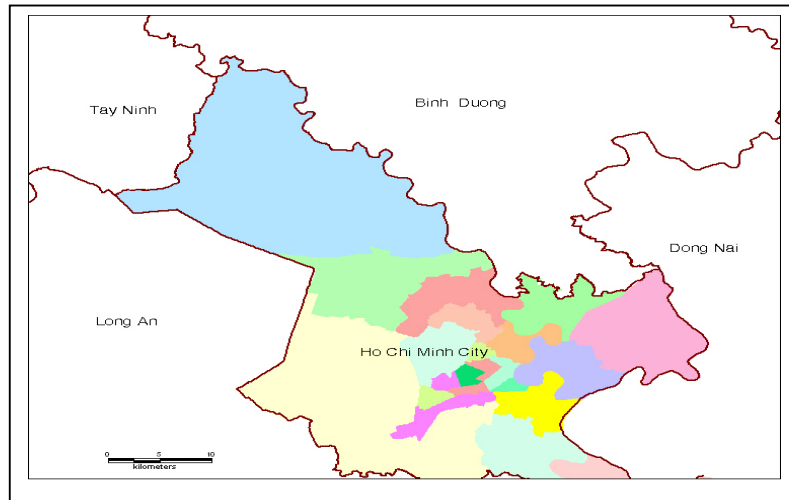
Dưới đây là những nghiên cứu bước đầu ứng dụng viễn thám nhiệt trong khảo sát nhiệt độ đô thị và tìm hiểu mối quan hệ giữa nhiệt độ với các kiểu thảm phủ khác nhau.

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Thành phố Hồ Chí Minh là một trong những đô thị phát triển và mở rộng nhanh với hơn 6 triệu dân số. Đây là trung tâm công nghiệp, thương mại lớn nhất của Việt Nam. Sự tăng trưởng kinh tế và các cơ hội tìm việc làm dễ dàng đã gây ra tình trạng dân lao động nhập cư đổ về.

Dân số đô thị tăng gấp 2 lần từ năm 1975 đến 2004. Mật độ dân số trong nội thành theo số liệu thống kê của năm 2004 là 10.313 người trên 1km² [1]. Do nhu cầu nhà ở và phát triển đô thị, đất nông nghiệp, rừng và các ao hồ đã chuyển thành đất ở, đường sá và các khu công nghiệp. Đất bề mặt càng bị bê tông hoá, thảm thực vật càng bị biến mất nhiều. Chính điều đó đã khiến cho nhiệt độ bề mặt đô thị tăng cao so với các vùng ngoại thành xung quanh. Bên cạnh đó, các hoạt động đô thị ảnh hưởng đến môi trường như vấn đề ô nhiễm không khí và hiệu ứng nhà kính, khiến cho đời sống của con người ngày càng bị đe dọa nghiêm trọng. Khu vực nghiên cứu thuộc phần phía Bắc thành phố Hồ Chí Minh, bao gồm phần trung tâm thành

phố và các huyện Hóc Môn và Củ Chi. Nơi đây quá trình đô thị hoá diễn ra nhanh nhất và phức tạp do không có quy hoạch và quản lý tốt.



Hình 1: Khu vực nghiên cứu

3. PHƯƠNG PHÁP

Viễn thám hồng ngoại nhiệt, gọi tắt là Viễn thám nhiệt liên quan đến các sóng điện từ với bước sóng giữa 3,5 μm - 20 μm . Hầu hết các ứng dụng viễn thám nhiệt thường sử dụng dãy sóng từ 8 μm đến 13 μm . Nhiệt độ bề mặt được tính từ kênh nhiệt 6 của ảnh Landsat ETM+ với bước sóng từ 10.44 – 12.42 μm , độ phân giải 60m.

Phương pháp nghiên cứu dựa trên phép tính chuyển đổi nhiệt độ từ giá trị xám độ trên kênh nhiệt 6 của ảnh vệ tinh Landsat ETM+. Quá trình thực hiện bắt đầu từ việc chuyển đổi giá trị số (Digital Number - DN) sang giá trị bức xạ phổ ($L?$), sau đó chuyển đổi tiếp giá trị bức xạ này sang giá trị nhiệt độ.

3.1. Chuyển đổi giá trị số (DN) sang giá trị bức xạ phổ ($L?$)

Dữ liệu Landsat 7 ETM+ được thu nhận dưới dạng ảnh xám độ 8 bit của sản phẩm mức độ 1G. Do đó cần phải chuyển đổi giá trị số 8 bit của dữ liệu ảnh số này sang giá trị bức xạ phổ là giá trị phản ánh năng lượng phát ra từ mỗi vật thể được thu nhận trên kênh nhiệt. Việc chuyển đổi này được thực hiện theo biểu thức sau [2]:

$$L? = ((LMAX - LMIN) / (QCALMAX - QCALMIN)) * (QCAL - QCALMIN) + LMIN$$

Trong đó,

- QCAL = giá trị bức xạ đã được hiệu chỉnh và tính định lượng ở dạng số nguyên
- QCALMIN = 1, QCALMAX = 255
- LMINs và LMAXs là các giá trị bức xạ phổ ở dạng số nguyên, đối với kênh 6 là 1 và 255
- Đơn vị của $L?$ là $W/(m^2.sr.\mu m)$

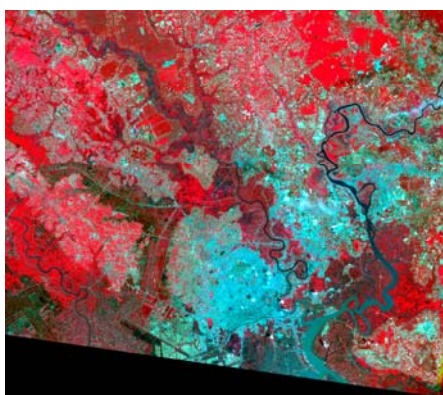
3.2. Chuyển đổi giá trị bức xạ phổ sang nhiệt độ

Ảnh kênh 6 của Landsat ETM+ có thể được chuyển đổi từ giá trị bức xạ phổ sang biến vật lý hữu ích hơn. Đây là nhiệt độ hiệu quả trên vệ tinh (nhiệt độ vật thể đen) của hệ thống được nhìn từ trái đất – khí quyển dưới giả thiết sự phát xạ bằng 1 [2]. Công thức chuyển đổi tính theo công thức Planck:

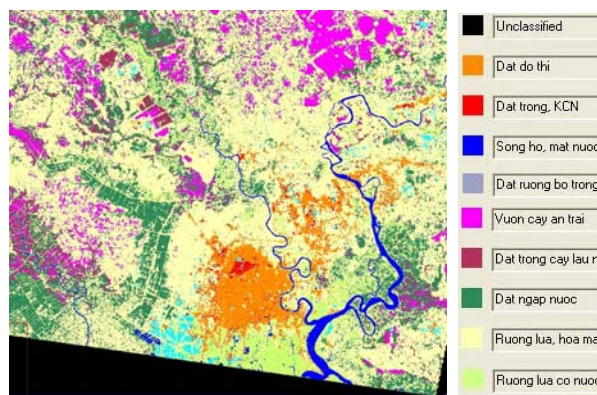
$$T = K2 / \ln(K1 / L? + 1)$$

Trong đó,

- T = nhiệt độ hiệu quả trên vệ tinh (K)
- $K1 = 666.09 W/m^2.sr.\mu m$: hệ số hiệu chỉnh



Hình 2a: Tổ hợp kênh 4,3,2 của ảnh ETM+ tháng 2 – 2002



Hình 2b: Kết quả phân loại sử dụng đất ảnh ETM+ tháng 2 – 2002

- $K2 = 1282.71 \text{ K}$: hệ số hiệu chỉnh

3.3. Hiệu chỉnh phát xạ

Các kênh nhìn thấy của ảnh ETM+ được phân loại thành 3 loại thảm phủ chính: thực vật, không thực vật và nước. Việc hiệu chỉnh các sự khác nhau của độ phát xạ được thực hiện theo từng loại thảm phủ bằng tỷ số ảnh nhiệt độ vật thể đen trên ảnh phân loại, trong đó giá trị pixel đối với lớp thảm phủ được thay thế bằng giá trị phát xạ tương ứng. Nhiệt độ bề mặt được hiệu chỉnh phát xạ có thể được tính theo công thức [3]:

$$T_s = T / (1 + (\tau T / a) \ln e)$$

Trong đó,

- τ = bước sóng của bức xạ được phát ra
- $a = hc/K$ ($1.438 \times 10^{-2} \text{ mK}$)
- h = hằng số Planck ($6.26 \times 10^{-34} \text{ J.sec}$)
- c = vận tốc ánh sáng ($2.998 \times 10^8 \text{ m/sec}$)
- K = hằng số Stefan Boltzmann ($1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

Giá trị phát xạ bề mặt của mỗi loại thảm phủ dùng để hiệu chỉnh như sau:

- Không thực vật (đất / nhựa đường / cát / pixel hỗn hợp) ($e = 0.96$)
- Thực vật ($e = 0.97$)
- Nước ($e = 0.98$)

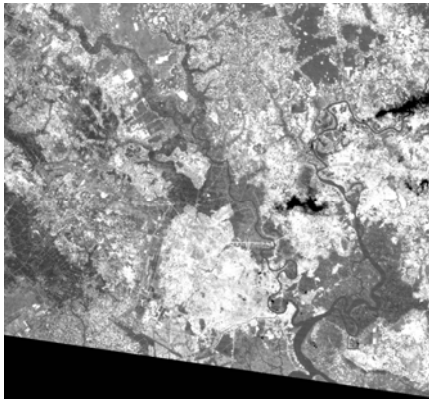
Đây còn là bước thử nghiệm của nghiên cứu, hiện tại kết quả chỉ được mô tả theo bước tính 3.2.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

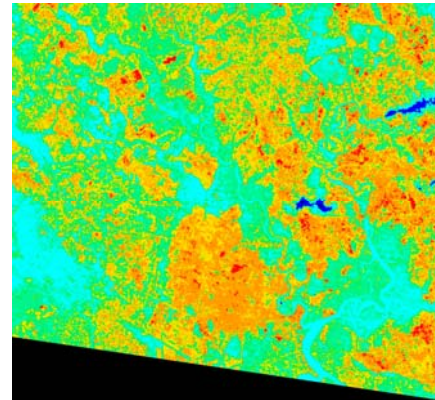
Trong nghiên cứu này, ảnh vệ tinh Landsat 7 ETM+ được chụp vào mùa nắng tháng 2 năm 2002. Tổ hợp các kênh 4, 3 và 2 được chọn dùng để phân loại (hình 2). Tổ hợp này sẽ cung cấp thông tin nhiều nhất cho việc phân loại sử dụng đất. Kết quả cho biết, trong khu vực này có nhiều kiểu thảm phủ, loại hình sử dụng đất như khu công nghiệp, vùng dân cư nội thành với mật độ cao, vùng dân cư mới, khu dân cư vườn, đất trồng khô, thực vật đất ngập nước, ruộng lúa, rừng và mặt nước (sông, hồ).

Phản hồi năng lượng nhiệt của các dạng đất trong khu vực nghiên cứu cho thấy sự thay đổi nhiệt độ bề mặt của các kiểu bề mặt khác nhau. Nhiệt độ bề mặt đất được chiết tách từ kênh nhiệt 6 của Landsat 7 ETM+ (hình 3). Phân tích từ ảnh cho biết các khu vực công nghiệp, dân cư là những nơi có nhiệt độ bề mặt cao nhất so với những nơi có thực vật và mặt nước thể hiện nhiệt độ thấp hơn.

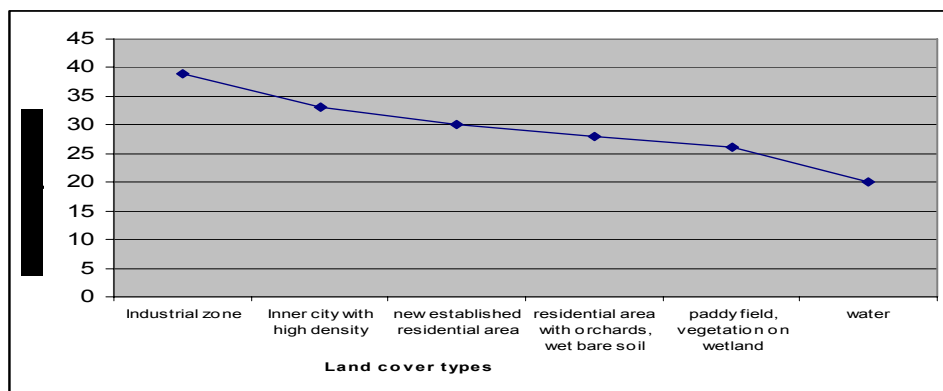
Hình 4 cho thấy sự phân bố theo màu của nhiệt độ bề mặt đất so với các kiểu thảm phủ khác nhau. Các khu công nghiệp thể hiện ở màu đỏ có nhiệt độ cao nhất (từ $35 - 39^{\circ}\text{C}$) do vật liệu mái nhà bằng nhôm cộng với năng lượng nhiệt phát ra từ hoạt động sản xuất. Các khu dân cư nội thành, khu mới xây dựng và khu dân cư lẫn vườn được thể hiện màu vàng cam của gradient nhiệt độ chứng tỏ sự đô thị hoá mở rộng đến các vùng ngoại ô. Nhiều toà nhà cao tầng là một trong những yếu tố thể hiện sự phản xạ nhiệt xảy ra nhiều hơn và điều đó sẽ làm tăng nhiệt độ bề mặt ở khu vực đô thị tập trung so với các vùng xung quanh mới phát triển. Mái nhà và nhựa đường làm cho sự phản xạ xảy ra và khiến cho nhiệt độ bề mặt và nhiệt độ không khí xung quanh ở khu vực đô thị tăng lên. Các khu vực lạnh hơn với nhiệt độ giữa $24^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ thể hiện màu xanh lá và xanh biển thể hiện cho các vùng có thực vật phong phú (cách đồng lúa đang trưởng thành, rừng). Đây là kết quả của việc làm phân tán năng lượng mặt trời do sự hấp thụ nhiệt của thực vật và qua quá trình bốc thoát hơi nước từ lá cây. Mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và các kiểu thảm phủ được thể hiện trên hình 5.



Hình 3: Kênh nhiệt của ảnh ETM+ của khu vực nghiên cứu



Hình 4: Phân bố nhiệt độ bề mặt của khu vực nghiên cứu



Hình 5: Dấu hiệu nhiệt của các kiểu thảm phủ khu vực nghiên cứu

5. KẾT LUẬN

Thành phố Hồ Chí Minh là một trong những thành phố mở rộng nhanh của Việt Nam, có nhiều hướng phát triển tích cực dưới sự đô thị hoá. Đây là trung tâm công nghiệp và thương mại lớn nhất. Người dân sống trong các điều kiện thuận lợi hơn. Nhưng sự tăng trưởng kinh tế cao sẽ tạo ra mức độ ô nhiễm cao trong các khu vực đô thị. Do đó, khảo sát vấn đề nhiệt đô thị sẽ giúp cho việc tìm hiểu nguyên nhân gây nên sự tăng nhiệt độ, cũng như các quá trình lan truyền ô nhiễm không khí trong tầng biên khí quyển. Bản đồ phân bố nhiệt độ đô thị và

các phân tích quan hệ nhiệt-thẩm phủ có thể được dùng làm tham khảo cho quy hoạch đô thị và giải pháp để làm giảm “đảo nhiệt”, phục vụ cho cuộc sống con người ngày càng tốt hơn trong môi trường ngày càng xanh sạch hơn.

Ngày nay, nhiệt độ bề mặt và các kiểu thảm phủ có thể được trích dẫn từ dữ liệu vệ tinh, đó là phương tiện hữu hiệu dùng để giám sát môi trường đô thị và các hoạt động của con người. Thông tin này sẽ tăng cường sự hiểu biết của chúng ta về môi trường đô thị và xa hơn nữa có thể được dùng để cải thiện chất lượng môi trường. Dữ liệu vệ tinh Landsat ETM+ với độ phân giải 60m của kênh nhiệt 6 giúp cho việc dự đoán thay đổi nhiệt độ bề mặt chi tiết hơn và dự đoán nhiệt độ đô thị chính xác hơn.

APPLICATION OF THERMAL REMOTE SENSING ON INVESTIGATING FEATURE OF URBAN SURFACE TEMPERATURE WITH DISTRIBUTION OF LAND COVER TYPES IN HOCHIMINH CITY

Tran Thi Van

Institute for Environment and Resources – Vietnam National University, HCMC

ABSTRACT: *Ho Chi Minh City is the biggest industrial, commercial center in Viet Nam with population more than 6 millions people. The population growth and socio-economic development results in rapid increasing transportation, urban expansion has reached to suburban areas. It effects a change of microclimate in urban areas, most evident that the increasing of urban surface temperature is compare with suburban areas, formed “head island” in the atmospheric boundary layer above urban; it could simultaneously pose serious environmental problems for its inhabitants (e.g., urban waterlogged and thermal pollution). Thermal remote sensing proved its capacity in monitoring temperature field. The purpose of this study is to evaluate the use of Landsat ETM⁺ data for indicating temperature differences in urban areas and compare the relationships between urban surface temperature and land cover types. The urban temperature distribution map and the analyses of thermal-land cover relationships can be used as the reference for urban planning and the solution to head island effect reduction.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Website: http://www.pso.hochiminhcity.gov.vn/so_lieu_ktxh/2004/Dan_so_va_lao_dong/0201.htm
- [2]. USGS, 2001. *Landsat 7 Science Data User's Handbook*.
- [3]. Artis, D.A., and Carnahan, W.H., 1982, *Survey of emissivity variability in thermography of urban areas*, Remote Sensing of Environment, 12, 313-329
- [4]. Arnis Asmat, Shattri Mansor, Wong Tai Hong, *Rule based classification for Urban Heat Island Mapping*, Proceedings of the 2nd FIG Regional Conference Marrakech, Morocco, December 2-5, 2003.
- [5]. Qihao Weng, Dengsheng Lu, Jacquelyn Schubring, *Estimation of land surface temperature – vegetation abundance relationship for urban heat island studies*, Remote Sensing of Environment 89 (2004) 467-483
- [6]. Voogt J.A., Oke T.R, *Thermal remote sensing of urban climates*, Remote Sensing of Environment 86 (2003) 370-384
- [7]. Tran Thi Van, 2005, *Investigating feature of urban surface temperature with distribution of land cover types in Hochiminh city using thermal infrared remote sensing*, The 26th Asian Conference of Remote Sensing, Ha Noi, November 7-11, 2005.