

Viễn thám độ dày quang học mô phỏng phân bố bụi PM10 khu vực nội thành Thành phố Hồ Chí Minh

Trần Thị Vân^{1,*}, Nguyễn Phú Khánh², Hà Dương Xuân Bảo¹

¹Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP. HCM

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP HCM

Nhận ngày 27 tháng 2 năm 2014

Chỉnh sửa ngày 24 tháng 4 năm 2014; Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 6 năm 2014

Tóm tắt: Ô nhiễm không khí là một trong những vấn đề môi trường đang được chú ý quan tâm hiện nay, đặc biệt là các khu đô thị. Các mô hình toán học và các phương pháp nội suy được sử dụng rộng rãi trong xây dựng bản đồ ô nhiễm không khí. Tuy nhiên, các phương pháp này bị hạn chế bởi số lượng dữ liệu mặt đất, đồng thời phụ thuộc nhiều vào các yếu tố khí tượng và mặt đệm, đòi hỏi dữ liệu đầu vào khá phức tạp. Đề tài này đã tiếp cận theo hướng công nghệ viễn thám để giám sát thành phần bụi PM10 từ ảnh vệ tinh Landsat. Phương pháp thực hiện của đề tài thể hiện qua quy trình xử lý ảnh vệ tinh, tính toán giá trị độ dày quang học sol khí (AOT) trên ảnh. Sau đó thực hiện phân tích tương quan, hồi quy giữa giá trị AOT tính toán trên ảnh và nồng độ PM10 đo tại các trạm quan trắc mặt đất để tìm hàm hồi quy tốt nhất, cuối cùng tính toán phân bố nồng độ PM10 trên ảnh. Kết quả cho thấy có sự tương quan tốt nhất trên hàm hồi quy phi tuyến dạng đa thức bậc 2. Phân bố nồng độ PM10 cao được phát hiện trên các điểm giao lộ và trục lộ giao thông, khu công nghiệp và các khu vực có công trình xây dựng. Nghiên cứu này là bước đầu thử nghiệm chứng minh rằng phương pháp viễn thám có thể được xem như một công cụ hữu ích, kinh tế hỗ trợ giám sát môi trường không khí ở các thành phố.

Từ khóa: Độ dày quang học AOT, ô nhiễm không khí, PM10, viễn thám.

1. Mở đầu

Xã hội ngày càng phát triển, công nghiệp hóa - hiện đại hóa diễn ra mạnh mẽ, nhiều khu công nghiệp, khu chế xuất mọc lên, và hệ quả là vấn đề ô nhiễm môi trường nói chung và ô nhiễm không khí nói riêng ngày càng nghiêm trọng ở nước ta. Sự gia tăng quá mức nồng độ các chất thải trong không khí như CO₂, SO_x,

NO_x, PM10... đang ngày một đe dọa đến sức khỏe con người.

Ở Việt Nam, đã có nhiều nghiên cứu thực hiện trong lĩnh vực ô nhiễm không khí như đánh giá tình hình ô nhiễm không khí cho các đô thị lớn Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh (TPHCM), Đà Nẵng, Cần Thơ... Các nghiên cứu tập trung vào phân tích thống kê từ nguồn số đo khí tượng và ô nhiễm không khí được quan sát tại các trạm mặt đất. Dựa vào số đo này và phân bố không gian, các chất ô nhiễm

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-919188485
Email: vanbaokt@yahoo.com

không khí được ước tính và thể hiện qua các mô hình toán phát tán hoặc phương pháp nội suy. Độ chính xác của phương pháp phụ thuộc rất lớn vào số lượng và vị trí các trạm quan trắc. Số lượng các trạm đo càng dày đặc thì kết quả càng chính xác. Tuy nhiên, chi phí cho việc xây dựng các trạm quan trắc rất đắt nên điều này không khả thi. Và đối với khu vực đô thị có độ nhám khá gồ ghề do độ cao công trình nên phương pháp nội suy sẽ không phản ánh đúng thực tế.

Trong khi đó, ảnh vệ tinh cho biết thông tin trên toàn khu vực nghiên cứu theo cấu trúc mạng lưới liên tục của các pixel kề nhau. Mỗi pixel được ví như là một trạm quan trắc, do đó số điểm từ ảnh vệ tinh sẽ rất dày đặc hơn nhiều so với các trạm đo mặt đất. Kết quả phân tích ảnh vệ tinh sẽ cho các giá trị ô nhiễm thể hiện trên từng pixel tùy thuộc vào độ phân giải ảnh và trên toàn vùng đồng thời vào cùng thời điểm quan sát, mà với điều kiện và khả năng của thiết bị và trạm đo mặt đất hiện tại không thể nào đạt được [1].

Trên thế giới, đã từng có những nghiên cứu xác định độ dày quang học sol khí (AOT - Aerosol Optical Thickness) từ ảnh vệ tinh Landsat TM/ETM+, ASTER, SPOT, ALOS, IRS, MODIS... Kaufman và cộng sự (1990) [2] đã phát triển thuật toán xác định AOT theo sự khác biệt của thành phần bức xạ hướng lên, được ghi nhận bởi vệ tinh, giữa một ngày trời rõ trong (không ô nhiễm) và một ngày mù sương (có ô nhiễm). Phương pháp này giả định rằng phản xạ bề mặt giữa ngày rõ trong và ngày mù sương không thay đổi. Retalis (1998) [3] và Retalis cùng cộng sự (1999) [4] chứng minh rằng việc đánh giá ô nhiễm không khí ở Athens có thể đạt được bằng cách sử dụng kênh 1 của Landsat TM bằng tính tương quan AOT với các

chất ô nhiễm không khí được thu thập. Hadjimitsis và Clayton (2009) [5] đã phát triển một phương pháp kết hợp nguyên lý Trừ đối tượng đen (DOS - Darkest Object Subtraction) và phương trình truyền bức xạ để tính giá trị AOT cho các kênh 1 và 2 của Landsat TM. Phương pháp này xem xét các giá trị phản xạ thực của các đối tượng đen thu thập trên thực địa và các thông số khí quyển như hàm số pha tán xạ đơn của sol khí, albedo tán xạ đơn và sự hấp thụ hơi nước. Hadjimitsis (2009a) [6] sử dụng phương pháp mới để xác định AOT thông qua việc sử dụng hiệu chỉnh khí quyển bằng pixel tối nhất trên khu vực sân bay London Heathrow ở Anh và khu vực sân bay Pafos tại Síp. Hadjimitsis (2009b) [7] đã phát triển một phương pháp xác định AOT thông qua việc áp dụng các công cụ tương phản (giá trị tương phản cực đại), tính toán truyền bức xạ và “đấu vết” của pixel tối nhất thích hợp cho ảnh Landsat, SPOT và ảnh độ phân giải cao như IKONOS và Quickbird.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu khả năng phát hiện thành phần bụi PM10 trong không khí từ công nghệ viễn thám trên khu vực đô thị, dựa trên các tương quan, hồi quy giữa giá trị AOT tính toán trên ảnh và số đo mặt đất từ trạm quan trắc. Qua đó thành lập bản đồ phân bố ô nhiễm bụi nhằm hỗ trợ công tác quan trắc mặt đất. Khu vực áp dụng là nội thành TP. HCM.

2. Hiện trạng công tác quan trắc môi trường không khí tại TP. HCM

Thành phố Hồ Chí Minh là đô thị có mật độ dân số cao và tốc độ đô thị hóa nhanh. Các hoạt động công nghiệp, giao thông và nhân sinh đã gây ra tình trạng ô nhiễm môi trường đất, nước

và không khí ngày càng đáng báo động, gây ảnh hưởng đến sức khỏe người dân và năng suất lao động. Đây sẽ là trường hợp điển hình thích hợp cho nghiên cứu. Tuy nhiên, do các trạm quan trắc mặt đất chỉ tập trung ở khu vực giữa, vì vậy nghiên cứu chỉ giới hạn ở phần phía Bắc, tập trung phân tích khu giữa, bao gồm 13 quận nội thành, 6 quận mới và huyện Bình Chánh, Hóc Môn.

Giai đoạn 2000-2002, TP. HCM đã thiết lập được 9 trạm quan trắc chất lượng không khí tự động và đã đi vào hoạt động từ năm 2003. Nhưng chỉ được vài năm đầu sau lắp đặt hệ thống trạm này đã không còn hoạt động thường xuyên vì thiếu công tác duy tu, vì vậy số đo không còn liên tục, trong đó các chỉ tiêu quan trắc cũng không đầy đủ, cụ thể đến năm 2009, chỉ còn 1 trạm quan trắc là có số đo của chỉ tiêu PM10 là trạm Thảo Cầm Viên. Bên cạnh đó, TPHCM cũng có mạng lưới điểm đo từ trạm quan trắc chất lượng không khí bán tự động với 6 điểm quan trắc 3 lần/ngày, được thu mẫu 10 ngày trong tháng. Hiện nay, việc phản ánh tình hình chất lượng môi trường không khí toàn thành phố hầu hết đều dựa vào số đo quan trắc từ các trạm bán tự động. Số đo từ các trạm mặt đất có ưu điểm là đo liên tục và nhiều lần trong ngày, tuy nhiên chúng có hạn chế là phản ánh phân bố không gian cho toàn khu vực không chính xác [1].

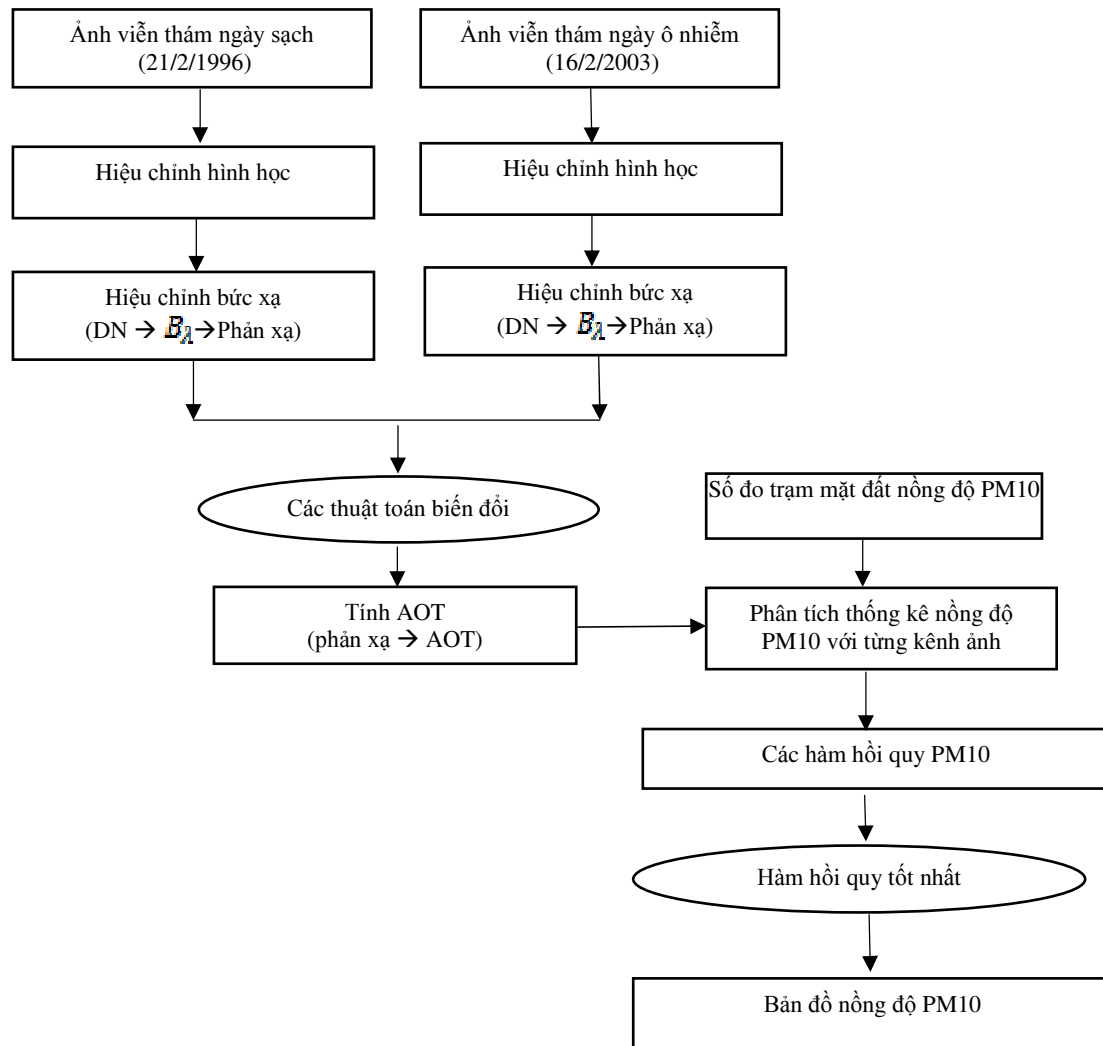
3. Phương pháp nghiên cứu

Các bộ cảm biến trên vệ tinh viễn thám quang học ghi nhận thông tin mặt đất từ các giá trị bức xạ là nguồn năng của Mặt trời đi qua lớp khí quyển dày 2 lần. Sự biến đổi năng lượng

bức xạ mặt trời trong khí quyển là tán xạ và hấp thụ sóng điện từ bởi các thành phần khí quyển và các hạt lơ lửng. Tán xạ khí quyển gây nên hiện tượng sương mù trên ảnh viễn thám, làm giảm độ tương phản và độ sắc nét của hình ảnh. Quá trình này diễn ra trong dải phổ nhìn thấy đến cận hồng ngoại. Vì vậy, các ảnh viễn thám trong dải phổ này sẽ được sử dụng, kiểm nghiệm, để tìm ra mối quan hệ với các hạt lơ lửng kích thước $\leq 10\mu\text{m}$ hay còn gọi là PM10.

Khi sử dụng kỹ thuật viễn thám và dữ liệu mặt đất để lập bản đồ phân bố PM10 trên khu đô thị, điều quan trọng đầu tiên là lựa chọn phương pháp phát hiện PM10. Phương pháp được phát triển bởi Sifakis và Deschamps (1992) [8], đó là cần xác định độ dày quang học sol khí AOT từ ảnh vệ tinh. Độ dày quang học (OT – Optical thickness) là thước đo sự truyền xạ (transmittance) của một cột không khí theo chiều thẳng đứng trên đơn vị diện tích mặt cắt ngang. Độ truyền xạ quan hệ ngược với OT của khí quyển. OT lớn nghĩa là truyền xạ qua khí quyển ít. Độ truyền xạ của khí quyển có giá trị từ 0 đến 1, trong đó 0 tương ứng với một bầu không khí hoàn toàn mờ đục và 1 tương ứng với một bầu không khí hoàn toàn trong suốt. OT là kết quả của hiệu ứng kết hợp của sự tán xạ và hấp thụ theo chiều thẳng đứng, gây ra chủ yếu bởi các sol khí và phân tử không khí. OT chỉ do các sol khí tạo ra được gọi là AOT.

Phân tích hồi quy được sử dụng trong đề tài nhằm nghiên cứu mối quan hệ giữa nồng độ PM10 đo trực tiếp tại các trạm quan trắc mặt đất tự động với giá trị AOT được tính toán trên ảnh viễn thám nhằm tìm ra hàm hồi quy tốt nhất để nội suy tính toán, mô phỏng phân bố không gian nồng độ PM10 trên khu vực nghiên cứu. Sơ đồ quy trình nghiên cứu thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Quy trình xây dựng bản đồ phân bố nồng độ bụi PM10

3.1. Chuyển đổi giá trị DN sang giá trị phản xạ

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi B_{\lambda} d^2}{E_{\lambda} \cos(z)} \quad (1)$$

Trong đó, ρ_{λ} : giá trị phản xạ trên vệ tinh đối với bước sóng λ , không có đơn vị; d : khoảng cách giữa Trái đất và Mặt trời, theo đơn vị thiên văn; E_{λ} : độ chiếu sáng của khí quyển tầng trên từ Mặt trời trung bình ($W.m^{-2} \cdot \mu m^{-1}$); z : góc

thiên đỉnh Mặt trời ($z = \text{radians}(90^{\circ} - \text{góc độ cao Mặt trời})$).

3.2. Xác định AOT

Giá trị AOT được xác định theo công thức [8]:

$$\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1 = \ln\left[\frac{\sigma_1(\rho)}{\sigma_2(\rho)}\right] \quad (2)$$

Trong đó, $\Delta\tau$ là độ dày quang học sol khí AOT, τ_1 là OT ngày sạch; τ_2 là OT ngày ô nhiễm; $\sigma_1(\rho)$ là Độ lệch chuẩn của phản xạ ngày sạch; $\sigma_2(\rho)$ là Độ lệch chuẩn của phản xạ ngày ô nhiễm.

Với OT ngày sạch sắp xỉ bằng 0 do không có hoặc có rất ít các thành phần ô nhiễm, khi đó $\tau_1 = 0$ công thức trên trở thành:

$$\Delta\tau = \tau_2 = \ln\left[\frac{\sigma_1(\rho)}{\sigma_2(\rho)}\right] \quad (3)$$

Hay $\tau_2 = \ln\left[\frac{\sigma_1(\rho)}{\sigma_2(\rho)}\right]$ chỉ còn lại thành phần τ_2 và đó cũng là AOT trên ảnh ngày ô nhiễm.

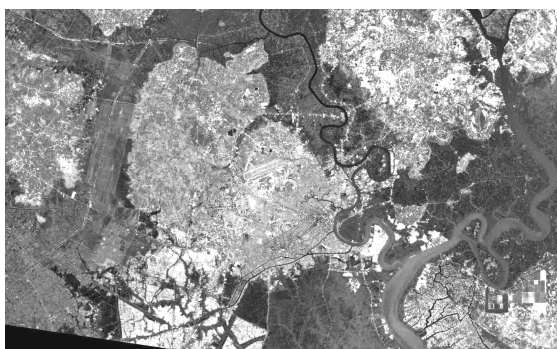
3.3. Phân tích tương quan và hồi quy

Dữ liệu viễn thám được sử dụng cho nghiên cứu là ảnh viễn thám vệ tinh Landsat/ETM+ ngày thu nhận là 21/2/1996 và 16/2/2003 chụp vào lúc 10h sáng trên khu vực nghiên cứu (hình 2). Đây là nguồn ảnh được phép sử dụng miễn phí từ tổ chức USGS – Cục Khảo sát Địa chất Mỹ. Khả năng có ảnh tùy theo hiện trạng kho lưu trữ và độ mây mù che phủ trên ảnh. Đồng thời, theo Kaufman et al. (1990) [2] thông tin

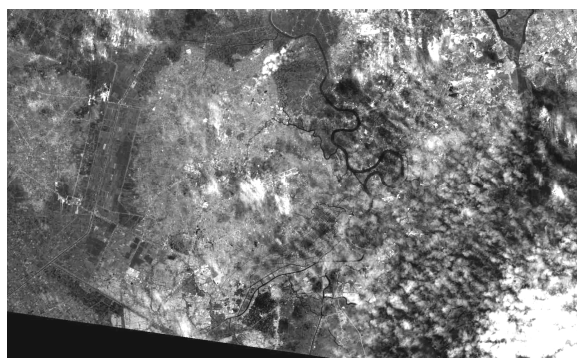
trên ảnh vệ tinh cho biết ngày không ô nhiễm (ngày sạch) là ngày trời rõ trong và ngày có ô nhiễm là ngày mù sương.

Để thử nghiệm nghiên cứu, nhóm tác giả đã chọn lựa 2 ảnh này với lý do: (1) Năm 1996 là thời gian phát triển công nghiệp chưa mạnh, các hoạt động giao thông cũng như công trình xây dựng chưa nhiều, do đó tình hình ô nhiễm không khí ở TP. HCM chưa đáng báo động và ngày không ô nhiễm dễ xác định; (2) Năm 2003 là năm thứ hai sau khi lắp đặt các trạm quan trắc tự động mặt đất đã đi vào hoạt động ổn định. Qua khảo sát chuỗi số liệu từ năm 2002 đến 2011, nhóm tác giả nhận thấy chỉ năm 2003 là có số đo tương đối tốt, các năm sau đó, số đo liên tục không được ghi nhận đầy đủ do các thiết bị thiếu công tác bảo trì và dần dần bị hư hỏng cho đến nay.

Từ đó, nhóm tác giả đã quyết định chọn ảnh ngày 21/2/1996 được dùng như ảnh ngày sạch vì các điều kiện trên ảnh khá tốt, không sương mù và ảnh thứ hai chụp ngày 16/2/2003 là thời gian có số đo PM10 đồng thời trên mặt đất với các giá trị ô nhiễm được quan sát tại các trạm tự động (Bảng 1).



(a) 21/2/1996



(b) 16/2/2003

Hình 2. Ảnh vệ tinh Landsat/ETM+ khu vực nghiên cứu.

Bảng 1. Tập số liệu dùng để tính tương quan

Tên trạm	PM10 ($\mu\text{m}/\text{m}^3$)	Độ dày quang học (AOT)			
		Kênh 1 ($\lambda=0,45-0,515$ μm)	Kênh 2 ($\lambda=0,525-0,605$ μm)	Kênh 3 ($\lambda=0,63-0,69$ μm)	Kênh 4 ($\lambda=0,75-0,90$ μm)
DOSTE	191.9	3,367427	2,952554	2,506986	1,966618
Tân Sơn Hòa	104.6	1,253478	1,146378	1,586168	Nhiều
Bình Chánh	86.4	2,367428	2,396250	2,483363	3,020971
Quận 2	10.2	Nhiều	Nhiều	Nhiều	1,050158
Thống Nhất	41.3	1,813138	1,299338	Nhiều	2,267648
Zoo	39.5	1,464338	1,748428	1,653118	1,869708

Giá trị AOT lần lượt được tính toán cho 4 kênh ảnh ngày 16/2/2003. Sau đó, tại các điểm có trạm đo tự động mặt đất, nồng độ PM10 đo đồng thời vào lúc 10h trên tất cả các trạm được trích xuất để tính tương quan. Trạm đo tự động mặt đất ở TPHCM hiện có 9 trạm, tuy nhiên số đo liên tục không được ghi nhận đầy đủ. Qua khảo sát chuỗi số liệu đo vào ngày thu ảnh vệ tinh 16/2/2003, nhóm nghiên cứu chỉ phát hiện được 6 trạm có số đo vào lúc 10h (bảng 1).

Việc tính tương quan trong nghiên cứu nhằm tìm hàm hồi quy tốt nhất cho quá trình tính toán biểu diễn phân bố nồng độ bụi PM10 trên ảnh vệ tinh. Số đo trên ảnh vệ tinh là giá trị AOT được tính tương quan với số đo nồng độ bụi quan trắc tại mặt đất. Giá trị AOT trên ảnh được xem như là biến độc lập (x), nồng độ bụi PM10 thực đo là biến phụ thuộc (y) trong phân tích hồi quy để tìm ra hệ số thực nghiệm.

Phần mềm MS Excel được sử dụng cho quá trình tính toán và phân tích tương quan hồi quy. Đồ thị điểm được sử dụng để biểu diễn mối liên hệ giữa nồng độ bụi PM10 và giá trị phản xạ phổ của từng kênh ảnh. Quá trình tính toán được thử nghiệm bao gồm trường hợp tuyến tính và phi tuyến.

Các hình 3a, 3b, 3c, 3d là kết quả tìm kiếm tương quan để tìm hàm hồi quy phù hợp nhất trên từng kênh ảnh. Tính toán các hàm hồi quy

tuyến tính và phi tuyến được sử dụng trên cùng tập số liệu mẫu. Trong các dạng hàm khảo sát cho thấy hàm đa thức bậc 2 có hệ số độ chặt R^2 tốt nhất ($R^2=0,94$) (bảng 2). Thử hàm hồi quy đa thức bậc 2 cho từng kênh ảnh từ dải sóng xanh lam đến dải sóng cận hồng ngoại, ta tìm thấy rằng trường hợp kênh 1 thuộc dải sóng xanh lam và kênh 2 thuộc dải sóng xanh lục có hàm hồi quy đa thức bậc 2 với hệ số tương quan và độ chặt cao (bảng 3). Trong đó hàm hồi quy giữa giá trị PM10 với AOT ở kênh 2 là tốt nhất ($R=0,97$ và $R^2=0,94$), kế đến là kênh 1 ($R=0,89$ và $R^2=0,94$). Ở kênh 3 (thuộc dải sóng đỏ) có đến 2 vị trí tương ứng 2 trạm có giá trị AOT bị nhiễu không tìm được giá trị, do đó số mẫu để tính toán hàm hồi quy ít (chỉ 4 điểm) nên không tìm được hàm tương quan phù hợp. Trường hợp kênh 4 (thuộc dải sóng cận hồng ngoại), giá trị nồng độ PM10 đo tại các trạm quan trắc mặt đất và giá trị AOT tính toán trên ảnh có sự tương quan không đạt với cả hàm hồi quy tuyến tính và phi tuyến (hình 3)

Qua các kết quả trên, nghiên cứu đã chọn hàm hồi quy đa thức bậc 2 của nồng độ PM10 tại các trạm đo mặt đất với AOT ở Kênh 2 để ước tính phân bố nồng độ PM10 cho khu vực nội thành thành phố Hồ Chí Minh. Đặt giá trị nồng độ PM10 là y , giá trị AOT là x , hàm hồi quy kết quả sẽ có dạng sau:

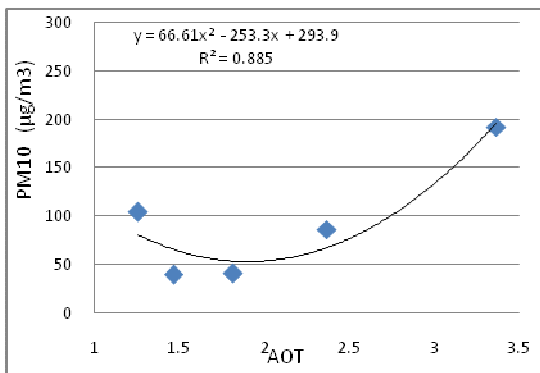
$$y = 117,2x^2 - 420,3x + 413,6 \quad (4)$$

Bảng 2. Các dạng hàm hồi quy khảo sát cho trường hợp kênh 2 dải sóng xanh lục

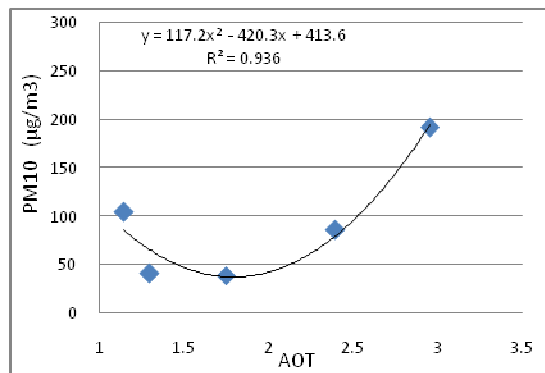
Dạng hàm hồi quy	R ²
$y = 56,93x - 15,91$	0,48
$y = 117,2x^2 - 420,3x + 413,6$	0,94
$y = 27,31e^{0,547x}$	0,39
$y = 94,49\ln(x) + 37,67$	0,37
$y = 46,15x^{0,893}$	0,29

Bảng 3. Hàm hồi quy đa thức bậc 2 và các hệ số R, R² của từng kênh ảnh

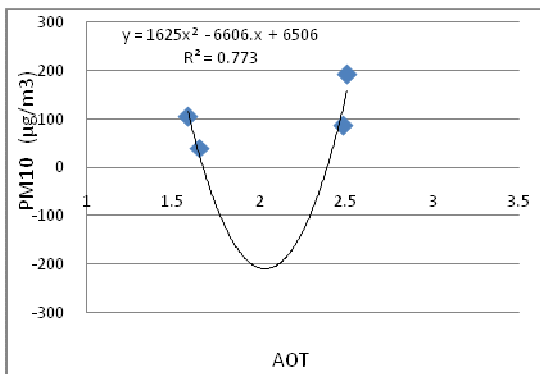
Kênh	Hàm hồi quy	R	R ²
1	$y = 66,61x^2 - 253,3x + 293,9$	0,94	0,89
2	$y = 117,2x^2 - 420,3x + 413,6$	0,97	0,94
3	$y = 1625x^2 - 6606.x + 6506$	0,88	0,77
4	$y = 80,37x^2 - 412,9x + 597,1$	0,19	0,04



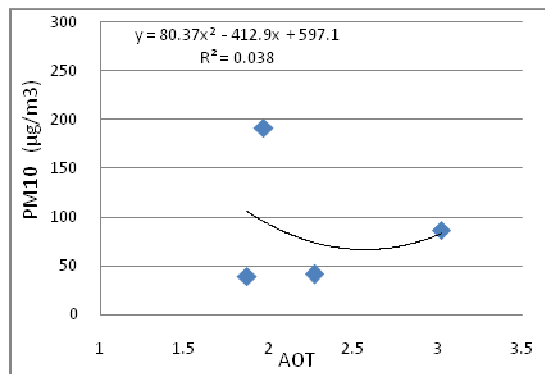
(a) Kênh 1



(b) Kênh 2



(c) Kênh 3



(d) Kênh 4

Hình 3. Các đường biểu diễn hàm hồi quy đa thức bậc 2 thể hiện tương quan giữa nồng độ PM10 với AOT của từng kênh ảnh.

Bảng 4. Nồng độ PM10 tính toán và thực đo tại các trạm quan trắc

Tên trạm	Nồng độ PM10 tính toán ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nồng độ PM10 thực đo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sai số tuyệt đối
DOSTE	195	191,9	3,1
Tân Sơn Hòa	86	104,6	18,6
Bình Chánh	80	86,4	6,4
Thống Nhất	65,5	41,3	24,2
Thảo Cầm Viên	37	39,5	2,5
Sai số RMSE	13,92		

3.4. Đánh giá sai số tính nồng độ bụi từ ảnh vệ tinh

Sai số trung bình toàn phương (RMSE) được tính toán cho nồng độ bụi PM10 đo tại các trạm quan trắc so với nồng độ bụi PM10 được tính toán trên ảnh vệ tinh để chứng minh tính hiệu quả của phương pháp.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2} \quad (5)$$

Trong đó: N: số mẫu được lấy; F_i : giá trị PM10 được tính toán trên ảnh; O_i : giá trị đo được tại các trạm quan trắc tự động.

Bảng 4 thể hiện kết quả tính sai số, với sai số tuyệt đối là độ chênh giữa nồng độ PM10 tại từng trạm quan trắc thực tế và nồng độ PM10 tương ứng tính toán trên ảnh vệ tinh Landsat. Sai số trung bình toàn phương RMSE được xác định theo công thức (5) với số mẫu N là 5 trạm quan trắc.

3. Kết quả và thảo luận

Bản đồ phân bố không gian nồng độ bụi PM10 theo ảnh Landsat ngày 16/2/2003 được thành lập cho khu vực giữa của TPHCM (hình 4). Đây là ảnh thể hiện môi trường không khí vào lúc 10h sáng là giờ các phương tiện giao thông và các nhà máy đã đi vào hoạt động, các xe tải cũng được phép lưu thông trong khu vực nội thành.

Kết quả trên bản đồ cho thấy phân bố các đường đồng mức giá trị PM10 đều có hình dạng cục bộ và phát tán nhiều hướng. Điều này được giải thích như sau: Các quá trình phát tán các chất lơ lửng trong không khí còn chịu tác động của gió, nhưng khu vực nội thành có độ nhám khá lớn do có nhiều tòa nhà san sát với độ cao khác nhau, vì vậy gió thịnh hành theo mùa không tác động nhiều ở khu vực nội thành, mà chỉ có “gió quẩn”. Đặc điểm của gió này là thổi theo nhiều hướng dưới tác động của các luồng di chuyển của phương tiện giao thông cũng như các quá trình thải nhiệt từ hoạt động nhân sinh.

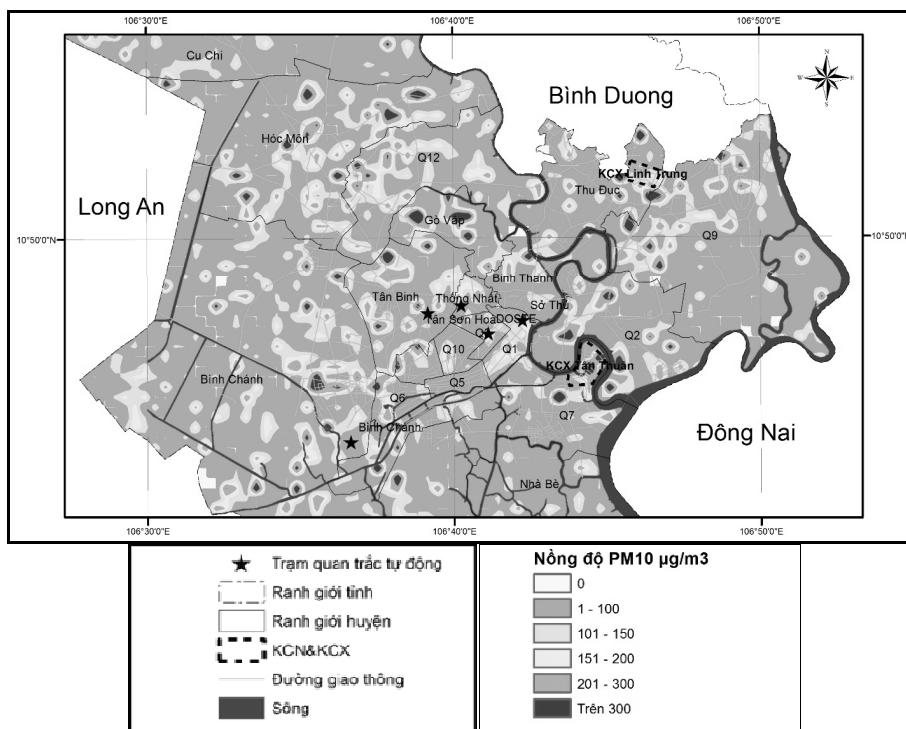
Nhìn chung trên toàn khu vực các vùng có giá trị PM10 cao phân bố tập trung tại các điểm giao lộ nội thành, các trục lộ giao thông, khu công nghiệp và các khu vực dân cư có công trình xây dựng, cụ thể như: Ngã tư Thủ Đức, Giao lộ giữa Tỉnh lộ 10 với Quốc lộ 1A, Giao Lộ giữa Trường Chinh và Quốc lộ 22, Giao lộ Phan Huy Ích với Quang Trung, Giao lộ Đặng Thúc Vinh với Lê Văn Khương, Giao lộ Âu Cơ với Lạc Long Quân, Giao lộ Xa Lộ Hà Nội với Mai Hữu Thọ, Vòng xoay Phú Lâm, Hòa Bình (Đoạn ngang công viên văn hóa Đầm Sen), Nhà máy Xi măng Hà Tiên, KCX Linh Trung, KCX Tân Thuận, Khu vực Trung Tâm Văn Hóa Gò Vấp thể hiện trong hình 5.

Các khu vực có giá trị PM10 thấp (nhỏ hơn $100\mu\text{g}/\text{m}^3$) phân bố trên các vùng đất nông nghiệp xa các trục lộ giao thông, các vùng có mật độ cây xanh cao, ví dụ : Các khu vực thuộc phía Tây, Tây-Bắc Bình Chánh; Phía Tây

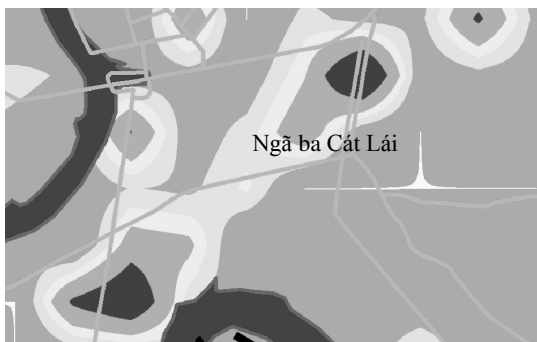
huyện Hóc Môn giáp với Long An; Phía Đông, Đông Nam Quận 9; Khu vực giữa Quận 12, huyện Nhà Bè,...

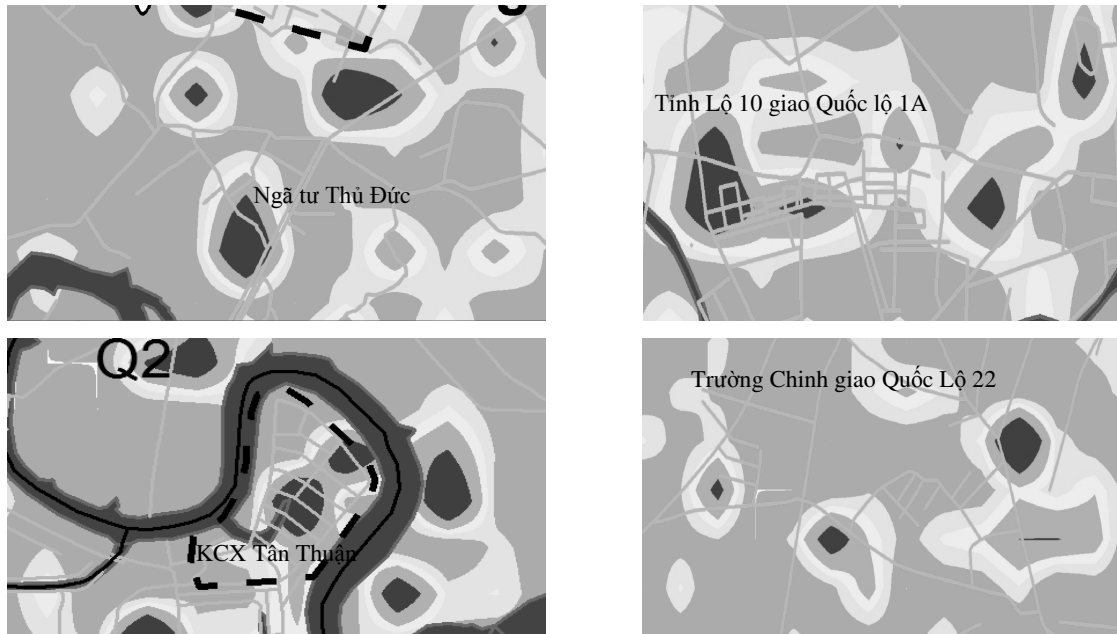
Trên đây là kết quả từ xử lý ảnh viễn thám, hình ảnh phản ánh hiện thực của phân bố ô nhiễm bề mặt vào ngày thu nhận ảnh. Do đề tài không có số liệu về hướng gió nên chưa có điều kiện kiểm chứng các kết quả này. Tuy nhiên, ảnh vệ tinh phản ánh trung thực hiện trạng của khu vực, bên cạnh đó phương pháp viễn thám

được xây dựng dựa trên các cơ sở khoa học của các quá trình vật lý. Vì vậy, trong điều kiện không thể xây dựng các trạm quan trắc mặt đất dày đặc được (vì lý do kinh phí đầu tư) thì kết quả mô phỏng hiện trạng bụi PM10 từ phương pháp viễn thám này sẽ giúp cho ta biết được phân bố của chúng trên toàn khu vực, hỗ trợ công tác quản lý môi trường hiệu quả hơn và kinh tế hơn.



Hình 4. Phân bố nồng độ bụi PM10 nội thành TPHCM ngày 16/2/2003.





Hình 5. Một số vị trí có nồng độ PM10 đạt trên $300\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4. Kết luận

Kết quả của nghiên cứu đã chứng minh được việc ứng dụng công nghệ viễn thám sử dụng ảnh vệ tinh kết hợp số đo mẫu quan trắc mặt đất cho kết quả mô phỏng phân bố không gian nồng độ bụi PM10. Phương pháp viễn thám cung cấp cho ta cái nhìn tổng quan về phân bố nồng độ ô nhiễm trên khu vực rộng lớn. Trong điều kiện các trạm quan trắc tự động thường xuyên không còn hoạt động, việc đánh giá tình hình ô nhiễm bụi hiện nay của TPHCM chỉ dựa vào các điểm đo bán thường xuyên với chỉ có 6 điểm, khó có thể biết được tình hình ô nhiễm tại mọi nơi trên toàn thành phố. Đồng thời với việc đầu tư cho trạm quan trắc tự động khá tốn kém, thì với ưu điểm của ảnh vệ tinh, chụp ảnh trên toàn khu vực, với các phương pháp xử lý và tính toán đã được kiểm nghiệm trên thế giới nhiều năm qua, phương pháp của nghiên cứu này là một sự bổ sung vào các phương pháp quan trắc để có thể góp phần đánh

giá tình hình ô nhiễm bụi cho TPHCM hiện nay. Tuy nhiên, hạn chế của nguồn ảnh Landsat là chu kỳ lặp chụp ảnh tại một vị trí là 16 ngày. Qua nghiên cứu này chúng tôi cũng đã biết thêm thông tin khả năng của loại ảnh MODIS trong giám sát ô nhiễm không khí với vòng chu kỳ lặp chụp ảnh là 1 ngày, đây là điều thuận tiện cho việc quan trắc thường xuyên mỗi ngày, hỗ trợ tốt cho quan trắc mặt đất, nhất là về mặt phân bố không gian.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Thị Vân, Trịnh Thị Bình, Hà Dương Xuân Bảo - Nghiên cứu ứng dụng viễn thám giám sát chất lượng không khí (thành phần bụi) trên khu vực đô thị, thử nghiệm cho thành phố Hồ Chí Minh, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Đại học Quốc gia TPHCM, (2013).
- [2] Kaufman, Y.J., Fraser, R.S., Ferrare, R.A. - Satellite measurements of large-scale air pollution: methods, *Journal of Geophysical Research* 95, pp. 9895-9909, 1990.

- [3] Retalis, A, Study of atmospheric pollution in Large Cities with the use of satellite observations: development of an Atmospheric correction Algorithm Applied to Polluted Urban Areas, PhD Thesis, Department of Applied Physics, University of Athens, 1998.
- [4] Retalis, A., Cartalis, C., Athanasiou, E. - Assessment of the distribution of aerosols in the area of Athens with the use of Landsat TM, *International Journal of Remote Sensing* 20, pp. 939-945, 1999.
- [5] Hadjimitsis, D.G., Clayton, C.R.I. - Determination of aerosol optical thickness through the derivation of an atmospheric correction for short-wavelength Landsat TM and ASTER image data: an application to areas located in the vicinity of airports at UK and Cyprus. *Applied Geomatics Journal*. 1, pp. 31-40, 2009.
- [6] Hadjimitsis, D.G, Aerosol Optical Thickness (AOT) retrieval over land using satellite image-based algorithm, *Air Quality, Atmosphere & Health- An International Journal*, 2 (2), pp. 89-97 DOI 10.1007/s11869-009-0036-0, 2009a.
- [7] Hadjimitsis, D.G, Description of a new method for retrieving the aerosol optical thickness from satellite remotely sensed imagery using the maximum contrast value principle and the darkest pixel approach, *Transactions in GIS Journal* 12 (5), 633-644, 2009b.
- [8] Sifakis, N. and P. Y. Deschamps - Mapping of air pollution using SPOT satellite data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, LVIII: 1433 -1437, 1992.

Remotely Sensed Aerosol Optical Thickness Determination to Simulate PM10 Distribution over Urban Area of Ho Chi Minh City

Trần Thị Vân¹, Nguyễn Phú Khánh², Hà Dương Xuân Bảo¹

¹ *University of Technology, Vietnam National University Ho Chi Minh City*

² *University of Sciences, Vietnam National University Ho Chi Minh City*

Abstract: Air pollution is one of the environmental problems which is now being concerned especially in urban areas. The mathematical model and the interpolation methods are widely used in building air pollution map. However, these methods are limited by the amount of ground data, depending on the factors such as meteorological parameters and surface, as well as complicated input data. This topic was approached by remote sensing technology to monitor PM10 from Landsat satellite imagery. The core method is to process satellite image and calculate aerosol optical thickness (AOT) in the image. Then to perform analysing the correlation and regression between calculated AOT values on the image and PM10 measured at ground stations to find out the best regression function. Finally, the spatial distribution of PM10 was calculated for the whole area. The results indicated that the best correlation was shown in nonlinear regression function in form of second order polynomials. The distribution of high PM10 concentrations was discovered on intersection points and highway traffic, industrial zones and constructed areas. This research is primary experiment, proving that remote sensing method can be an useful, economic tool, supporting monitoring air quality in the cities.

Keywords: Aerosol optical thickness (AOT), air pollution, PM10, remote sensing.