

Ứng dụng viễn thám và GIS đánh giá xu thế đô thị hóa tại thành phố Cần Thơ

Lê Văn Trung, Nguyễn Nguyên Vũ

Tóm tắt—Bài báo này trình bày giải pháp tích hợp viễn thám và GIS phân tích xu thế đô thị hóa tại thành phố Cần Thơ thông qua biến động của bề mặt không thấm. Bản đồ mặt không thấm vào các năm 1997, 2005, 2009, 2016 được thành lập từ dữ liệu ảnh Landsat đa thời gian và được chồng lớp trong GIS để xác định khu vực mở rộng đô thị từ năm 1997 đến năm 2016. Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong giai đoạn 1997 – 2016, diện tích đô thị ở Cần Thơ tăng từ 1506,638 ha năm 1997 lên 5611,114 ha vào năm 2016, tốc độ tăng trung bình 14,3%/năm. Phương pháp tích hợp viễn thám - GIS để giám sát và phân tích biến động mặt không thấm cho thấy hiệu quả tốt trong việc nghiên cứu xu thế mở rộng không gian đô thị.

Từ khóa—Viễn thám, GIS, mặt không thấm, đô thị hóa

1 GIỚI THIỆU

Đô thị hóa là quá trình phát triển kinh tế, xã hội, song song với sự mở rộng không gian đô thị. Quá trình này làm thay đổi đáng kể đến hệ sinh thái, môi trường đô thị khi các bề mặt tự nhiên chuyển đổi thành các bề mặt nhân tạo [5]. Tốc độ đô thị hóa nhanh tại Cần Thơ đã và đang tạo ra áp lực lớn đối với môi trường, sản xuất nông nghiệp và đời sống dân sinh. Do đó, việc theo dõi và phân tích sự mở rộng không gian đô thị để cung cấp các thông tin hữu ích đến nhà quản lý là việc làm thiết thực hướng đến mục tiêu phát triển đô thị bền vững.

Công nghệ viễn thám đa phổ, đa thời gian với khả năng giám sát biến động của các đối tượng mặt đất trên một phạm vi rộng lớn kết hợp với chức năng phân tích không gian của Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã được nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước chứng minh là công cụ hiệu quả trong việc giám sát và phân tích quá trình đô thị hóa [1, 3, 5, 6, 7].

Ngày nhận bản thảo: 20-3-2018; ngày chấp nhận đăng: 10-4-2018; ngày đăng: 28-6-2018.

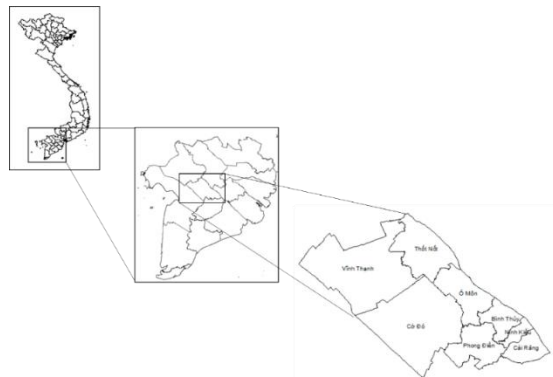
Lê Văn Trung, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM (e-mail: lvtrungs@yahoo.com)

Nguyễn Nguyên Vũ, Trường Cao đẳng Xây dựng số 2, TP.HCM

Môi trường đô thị được đặc trưng bởi hỗn hợp các vật liệu và các kiểu lớp phủ khác nhau nên cảnh quan đô thị thường là các tổ hợp của các kiểu lớp phủ khác biệt về phổ phản xạ. Do tính chất không đồng nhất, việc phân loại các kiểu lớp phủ đô thị từ dữ liệu viễn thám thường gặp nhiều khó khăn. Các mặt không thấm có tính chất vật lý riêng (đó là các bề mặt nhân tạo như mái nhà, lối đi bộ, đường giao thông, bãi đỗ xe được phủ bởi các vật liệu không thấm như nhựa đường, bê tông, đá, và các loại vật liệu xây dựng) và được ghi nhận trên dải quang phổ điện từ như là một đối tượng. Do đó, trong nghiên cứu này mặt không thấm được xem là đặc trưng đô thị và được sử dụng để giám sát quá trình đô thị hóa tại thành phố Cần Thơ.

2 DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Khu vực nghiên cứu



Hình 1. Khu vực nghiên cứu thành phố Cần Thơ

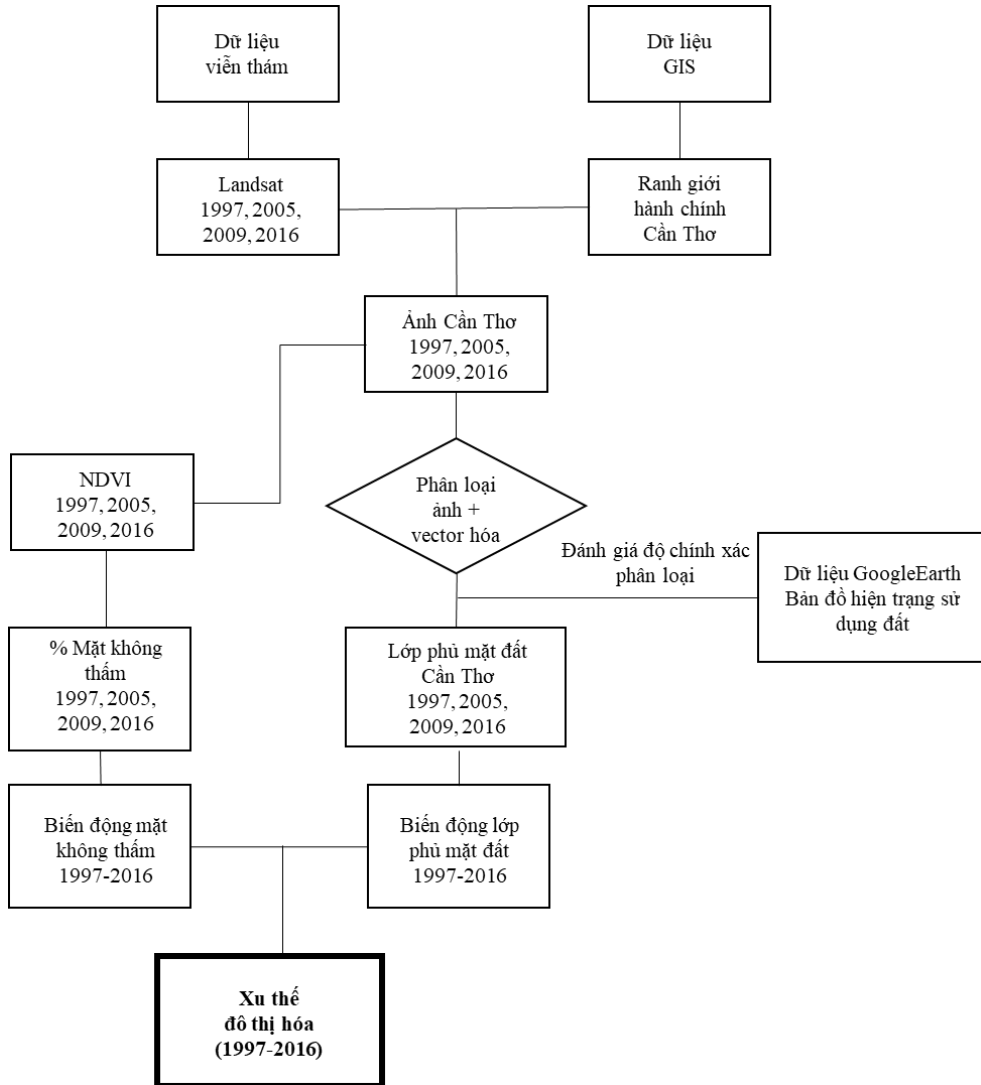
Khu vực nghiên cứu là thành phố Cần Thơ (Hình 1), nằm ở vùng hạ lưu sông Mekong và ở trung tâm đồng bằng châu thổ sông Cửu Long. Cần Thơ có tọa độ địa lý 105^o13'38" – 105^o50'35" kinh Đông và 9^o55'08" – 10^o19'38" vĩ Bắc, trải dài trên 60 km dọc bờ tây sông Hậu. Phía Bắc giáp tỉnh An Giang, phía Đông giáp tỉnh Đồng Tháp và Vĩnh Long, phía Tây giáp tỉnh Kiên Giang, phía Nam giáp tỉnh Hậu Giang. Địa hình tương đối bằng phẳng thuận lợi sản xuất nông, ngư nghiệp. Do nằm

cạnh sông lớn nên Cần Thơ có mạng lưới sông, kênh rạch chằng chịt. Mùa mưa tại Cần Thơ kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau.

điểm: 06/01/1997, 24/8/2005, 18/5/2009 (LandSat 5), 24/01/2016 (LandSat 8); (2) Dữ liệu GIS: bản đồ ranh giới hành chính thành phố Cần Thơ dạng shapefile; (3) Dữ liệu phụ trợ: bản đồ hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ (2005, 2010, 2014), dữ liệu GoogleEarth. Tổ chức các lớp dữ liệu và quy trình thực hiện trình bày trong Hình 2.

2.2 Dữ liệu

Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm: (1) Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat thu thập vào các thời



Hình 2. Sơ đồ tổ chức các lớp dữ liệu và quy trình thực hiện

2.3 Phân loại lớp phủ mặt đất

Các ảnh viễn thám sau khi được hiệu chỉnh bức xạ và nắn chỉnh hình học, được cắt theo ranh giới hành chính Cần Thơ và được phân loại có giám định bằng thuật toán Maximum Likelihood Classifier để phân biệt các loại lớp phủ mặt đất vào các thời điểm năm 1997, 2005, 2009, 2016.

Năm loại lớp phủ mặt đất được phân loại gồm: (1) Mặt không thấm (các bề mặt nhân tạo không cho nước thấm qua), (2) Đất trống, (3) Thực vật (ruộng lúa, cây hàng năm, cây lâu năm, đồng cỏ), (4) Mặt nước (sông, hồ, ao, kênh rạch), (5) Đất ngập nước. Nghiên cứu sử dụng 60 điểm mẫu chọn trên các bản đồ hiện trạng sử dụng đất (20 điểm) và

ảnh GoogleEarth (40 điểm) để đánh giá độ chính xác phân loại ảnh.

Các tờ ảnh lớp phủ mặt đất dạng raster sau khi phân loại được vector hóa trong GIS để thành lập bản đồ lớp phủ mặt đất tại mỗi thời điểm. Các tờ bản đồ này được chồng lớp với nhau để phân tích biến động các loại lớp phủ mặt đất từ năm 1997 đến năm 2016.

2.4 Ước tính phần trăm diện tích mặt không thấm

Việc phân loại mặt không thấm trên ảnh viễn thám bằng phương pháp phân loại có giám định thường gặp khó khăn do sự nhầm lẫn phổ giữa các pixel của các đối tượng mặt đất. Nghiên cứu này sử dụng đại lượng phần trăm diện tích mặt không thấm (FIS) – đây là đại lượng không những tách biệt được mặt không thấm với các đối tượng mặt đất lân cận mà còn xác định được mật độ tập trung mặt không thấm trên một phạm vi rộng lớn [7].

Phần trăm diện tích mặt không thấm được xác định dựa vào chỉ số thực vật NDVI được chuẩn hóa [2, 7]:

$$FIS = 1 - (NDVI_S)^2 \quad (1)$$

Trong đó:

- FIS là phần trăm diện tích mặt không thấm (%);
- $NDVI_S$ là chỉ số NDVI chuẩn hóa được tính theo công thức:

$$NDVI_S = (NDVI - NDVI_{low}) / (NDVI_{high} - NDVI_{low}) \quad (2)$$

Với NDVI là chỉ số thực vật được tính từ kênh Đỏ (Red) và kênh Cận Hồng ngoại (NIR) của ảnh Landsat:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad (3)$$

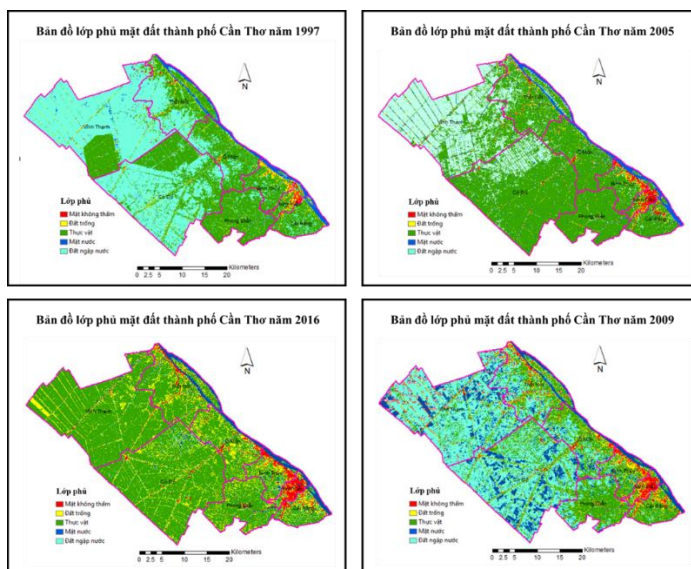
$NDVI_{low}$ là giá trị NDVI của đất trống, $NDVI_{high}$ là giá trị NDVI trên bề mặt phủ toàn thực vật.

Từ các công thức (1), (2) và (3), công cụ Raster Calculator trong phần mềm ArcGIS được sử dụng để thành lập các tờ ảnh NDVI, $NDVI_S$ và FIS. Ảnh FIS được vector hóa trong GIS để thành lập bản đồ mặt không thấm tại các thời điểm nghiên cứu và chúng được chồng lớp với nhau để phân tích biến động bề mặt không thấm – dấu chỉ của sự biến động không gian đô thị. Bản đồ mặt không thấm và bản đồ lớp phủ mặt đất được đối chiếu với nhau để đánh giá mối quan hệ giữa đô thị hóa và sự biến động của các loại lớp phủ khác tại thành phố Cần Thơ.

3 KẾT QUẢ

3.1 Kết quả phân loại lớp phủ mặt đất tại Cần Thơ (1997 – 2016)

Kết quả phân loại ảnh xác định các loại lớp phủ mặt đất (Hình 3) với độ chính xác phân loại toàn cục và chỉ số kappa lần lượt cho các thời điểm 1997, 2005, 2009, 2016 là 90,02% ($\kappa = 0,89$), 88,67% (0,82), 91,45% (0,90), 88,74% (0,85). Biến động về diện tích của các loại lớp phủ được thể hiện trong bảng ma trận biến động (Bảng 1).



Hình 3. Bản đồ lớp phủ mặt đất thành phố Cần Thơ (1997-2016)

Bảng 1. Ma trận biến động diện tích lớp phủ mặt đất thành phố Cần Thơ (1997-2016), đơn vị: ha

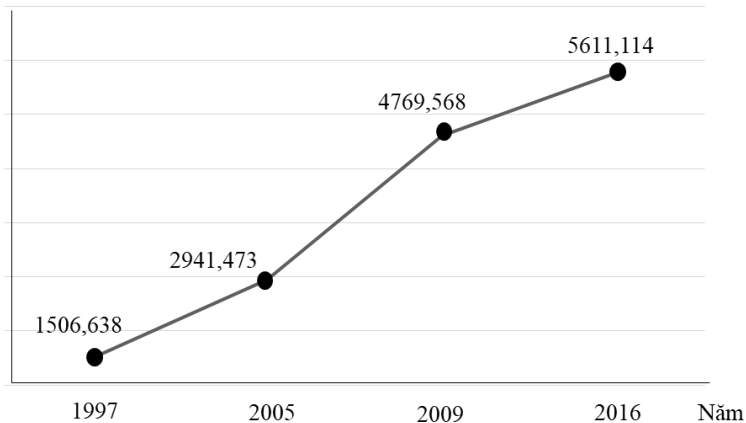
Năm 1997	Năm 2016					Tổng 1997
	Mặt không thấm	Đất trống	Thực vật	Mặt nước	Đất ngập nước	
Mặt không thấm	821,286	244,589	319,211	76,098	45,454	1506,638
Đất trống	1537,094	1636,283	1434,783	110,310	184,449	4902,918
Thực vật	3188,294	12065,505	41572,437	977,141	2280,564	59383,941
Mặt nước	27,901	51,727	478,060	4065,900	40,196	4663,784
Đất ngập nước	36,539	8026,431	60759,776	1822,029	2099,790	73444,564
Tổng 2016	5611,114	22024,534	104564,267	7051,479	4650,453	
Biến động	4104,476	17121,616	45180,326	2387,694	-68794,112	
% Biến động	272,4	349,2	76,1	51,2	-93,7	

3.2 Biến động mặt không thấm tại Cần Thơ (1997 - 2016)

Biểu đồ ở Hình 4 thể hiện biến động diện tích mặt không thấm tại Cần Thơ từ năm 1997 đến

năm 2016. Trong giai đoạn này diện tích mặt không thấm có xu hướng gia tăng dần qua từng năm (1506,638 ha năm 1997 tăng lên 5611,114 ha vào năm 2016, tốc độ tăng trung bình là 14,3%/năm).

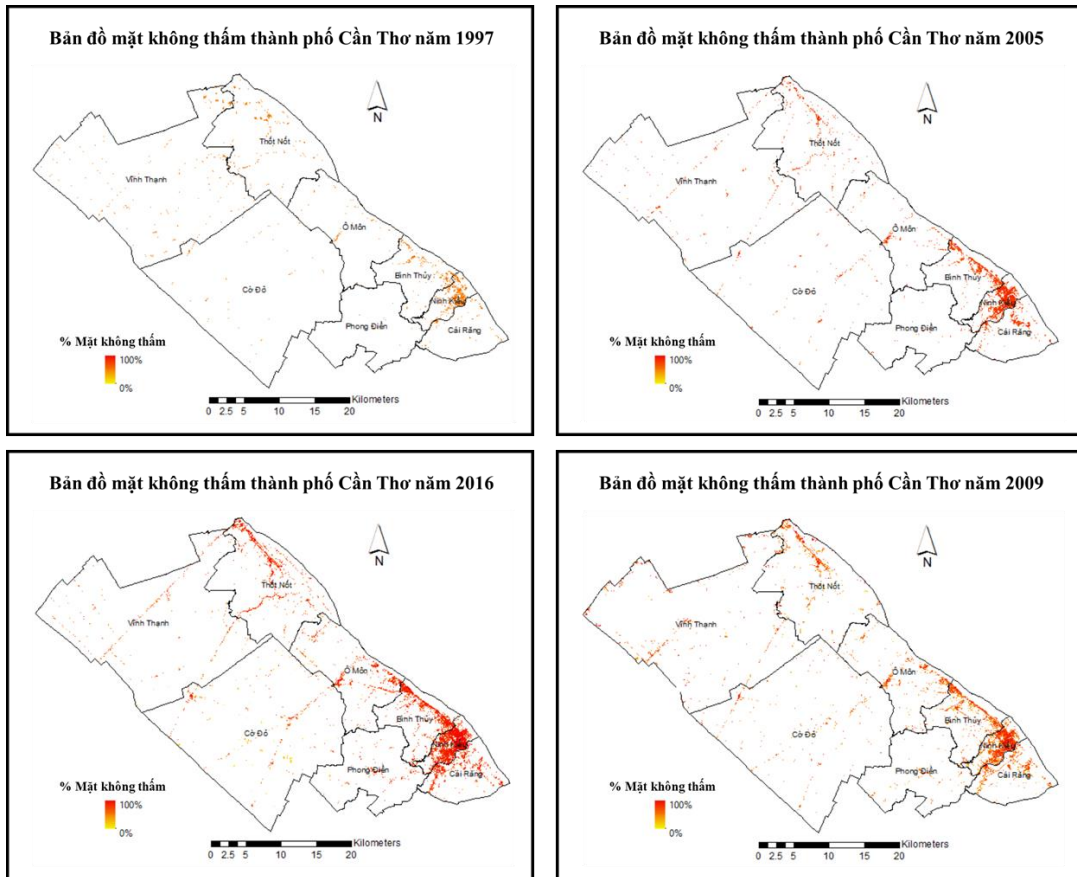
Diện tích mặt không thấm (ha)



Hình 4. Biểu đồ biến động diện tích mặt không thấm tại Cần Thơ (1997 – 2016)

Bản đồ mặt không thấm (Hình 5) chỉ ra nơi tập trung đô thị lớn nhất ở Cần Thơ là quận Ninh Kiều với tỉ lệ mặt không thấm cao nhất: 17,9% (năm 1997), 37% (2005), 48,6% (2009) và 62,6% (2016). Quá trình đô thị hóa diễn ra theo xu hướng mở rộng từ khu vực trung tâm là quận Ninh Kiều dọc theo bờ sông Hậu lan sang Bình

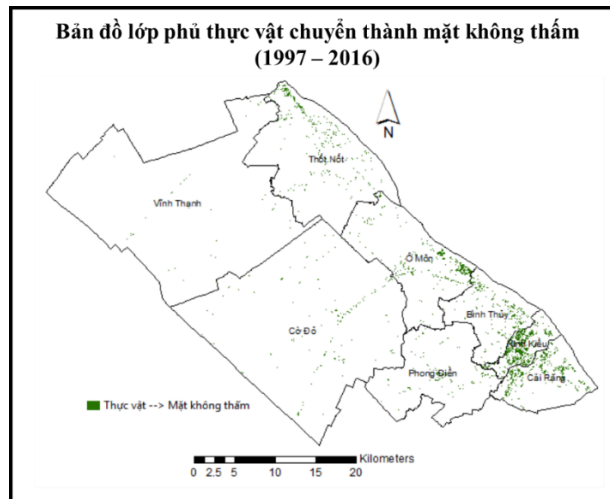
Thủy, Ô Môn, Thốt Nốt ở phía Tây và sang Cái Răng ở phía Đông. Trong khi đó, những khu vực có tốc độ đô thị hóa chậm (do chú trọng cho sản xuất nông nghiệp) có tỉ lệ mặt không thấm thấp là Cờ Đỏ (tỉ lệ mặt không thấm trung bình là 1,2%), Phong Điền (0,9%), Vĩnh Thạnh (2,3%).



Hình 5. Bản đồ mật không thấm thành phố Cần Thơ (1997 - 2016)

Quá trình đô thị hóa là hệ quả của nhiều loại lớp phủ bị thay thế bằng mật không thấm. Kết quả nghiên cứu cho thấy, từ 1997 đến 2016, trong các loại lớp phủ thì thực vật là loại bị thay thế nhiều

nhất bằng mật không thấm (3188,294 ha, chiếm 67%) và tập trung phần lớn ở Ninh Kiều, Cái Răng, Bình Thủy, Ô Môn và Thốt Nốt .



Hình 6. Bản đồ các khu vực thực vật bị thay thế bằng mật không thấm tại Cần Thơ (1997-2016)

4 KẾT LUẬN

Trong giai đoạn từ năm 1997 đến năm 2016, diện tích mặt không thấm tại Cần Thơ tăng trung bình 14,3%/năm. Bề mặt không thấm mở rộng theo xu hướng lan dọc theo bờ sông Hậu từ Ninh Kiều (nơi có mật độ đô thị lớn nhất) sang Cái Răng ở phía đông và sang Bình Thủy, Ô Môn, Thốt Nốt ở phía tây. Nghiên cứu ghi nhận lớp phủ thực vật chiếm tỉ lệ lớn nhất (67%) trong các loại lớp phủ bị thay thế bằng mặt không thấm.

Nghiên cứu cho thấy sự hiệu quả (về thời gian và chi phí) của việc ứng dụng viễn thám và GIS trong việc theo dõi và phân tích biến động bề mặt không thấm. Kết quả đối chiếu bản đồ lớp phủ mặt đất và bản đồ phần trăm mặt không thấm cho thấy mặt không thấm là đối tượng phản ánh rõ nét quá trình đô thị hóa.

Nghiên cứu mặt không thấm không chỉ có ý nghĩa trong việc đánh giá quá trình đô thị hóa mà còn có triển vọng áp dụng trong nghiên cứu môi trường đô thị, chẳng hạn như nghiên cứu về dòng chảy tràn đô thị, chất lượng nước đô thị, ước tính mức độ tập trung dân cư đô thị...

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Chương trình: TÂY NAM BỘ trong đề tài “Xây dựng hệ thống thông tin địa lý Đồng bằng Sông Cửu Long” mã số KHCN-TNB.ĐT/14-19/C03.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L. C. J. Arnold, “Gibbons, Impervious surface coverage – The emergence of a key Environmental indicator,” *APA Journal*, pp.243-258, 1996.
- [2] N. Carson, A. Ripley, “On the relation between NDVI, fractional vegetation cover and leaf area index,” *Remote sensing environment*, vol.62, pp.241-252, 1997.
- [3] M. Dougherty, R.L. Dymond, S.J. Goetz, C.A. Jantz, and Goulet, “Evaluation of impervious surface estimates in a rapidly urbanizing watershed,” *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol.70, pp.1275–1284, 2004.
- [4] Lê Văn Trung, “Ảnh hưởng của dữ liệu huấn luyện trong các thuật toán phân loại ảnh viễn thám,” *Tạp chí Phát triển KH&CN, ĐHQG-HCM*, tập 10, số 5, 2007.
- [5] Trần Thị Vân, “Đô thị hóa và chất lượng môi trường đô thị từ viễn thám các mặt không thấm: trường hợp Tp.HCM,” *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, ĐHQG-HCM*, vol.11, no.4, 2008.
- [6] Q.Weng, “A remote sensing – GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China,” *Int. J. Remote sensing*, vol.22, no.10, pp.1999-2014, 2001.
- [7] Q.Weng, *Remote sensing of impervious surface*. Taylor and Francis Group, CRC Press, USA, 2008.

Application of remote sensing and GIS for assessing the urbanization trend in Can Tho city

Le Van Trung^{1,*}, Nguyen Nguyen Vu²

¹ Ho Chi Minh City University of Technology - VNU-HCM, ² Ho Chi Minh City College of Construction N°2

*Corresponding author: lvtrungs@yahoo.com

Received: 20-3-2018; Accepted: 10-4-2018; Published: 28-6-2018

Abstract—This paper presents the method of integrating remote sensing and GIS to analyze the urbanization trend through the impervious surface change in Can Tho City. The impervious surface maps were created from the multi-temporal Landsat images in 1997, 2005, 2010, 2016 and were overlaid in GIS to extract

the urban expansion from 1997 to 2016. The results showed the urban area of Can Tho increased from 1506,638 ha in 1997 to 5611,114 ha in 2016, average growth rate of 14,3%/year. The integration of remote sensing and GIS was found to be effective in monitoring and analyzing urban growth patterns.

Keywords—Remote sensing, GIS, Impervious surface, Urbanization