

ỨNG DỤNG ĐỊA TIN HỌC TRONG NGHIÊN CỨU SỰ THAY ĐỔI ĐỊA HÌNH VÀ ĐÔ THỊ HOÁ THỦ ĐÔ HÀ NỘI BẰNG MÔ HÌNH 3 CHIỀU

TS Go Yonezawa*, PGS. TS Trương Xuân Luận**,
GS. TS Mamoru Shibayama***, PGS. TS Venkatesh Raghavan****

Mở đầu

Hà Nội, Thủ đô của Việt Nam, là một trong những thành phố phát triển nhanh nhất trong các nước Đông Nam Á. Trước thế kỷ XIX, Hà Nội gồm nhiều ao hồ, được hình thành từ sự biến động của sông Hồng. Trong những năm đầu thế kỷ XX, phần lớn chúng đã không còn trên các bản đồ. Liên quan đến vấn đề thay đổi đô thị này đã được Sukurai và Shibayama [2007], Yonezawa và Shibayama [2007] cùng một số tác giả khác đề cập khi sử dụng công nghệ hệ thống tin địa lý (GIS) và viễn thám (RS).

Hai tiêu điểm quan trọng có ảnh hưởng đến sự biến đổi diện mạo Hà Nội. *Thứ nhất*, kế hoạch và sự phát triển đô thị của Chính phủ Pháp cuối thế kỷ XIX. *Thứ hai*, địa hình và môi trường tự nhiên của Hà Nội. Hà Nội trong vùng có nhiều ngập lụt thuộc đồng bằng sông Hồng, ở độ cao trung bình dưới 10m. Hà Nội đã hứng chịu nhiều đợt lụt và lặp lại nhiều năm. Dựa trên các bản đồ được thành lập bởi người Pháp, cuối thế kỷ XIX, Hà Nội đã có hệ thống đê bao lớn. Đây là vấn đề rất quan trọng để miêu tả sự thay đổi về địa hình Hà Nội, tuy nhiên sẽ không dễ khi chỉ sử dụng mô hình 2 chiều.

Yonezawa [2008] đã đề xuất công nghệ 3 chiều cho nghiên cứu đô thị, với 3 loại dữ liệu: bề mặt địa, địa hình và địa hình của từng khu vực nhỏ. Bằng cách tương tự, chúng ta có thể áp dụng nghiên cứu cho các vùng khác. Bài báo tập trung giới thiệu sự thay đổi địa hình của Hà Nội trong các thế kỷ XIX và XX bằng công nghệ nêu trên.

* Viện Nghiên cứu Con người và Thiên nhiên, Nhật Bản.

** Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội, Việt Nam.

*** Trung tâm Nghiên cứu Đông Nam Á, Nhật Bản.

**** Đại học Tổng hợp Thành phố Osaka, Nhật Bản.

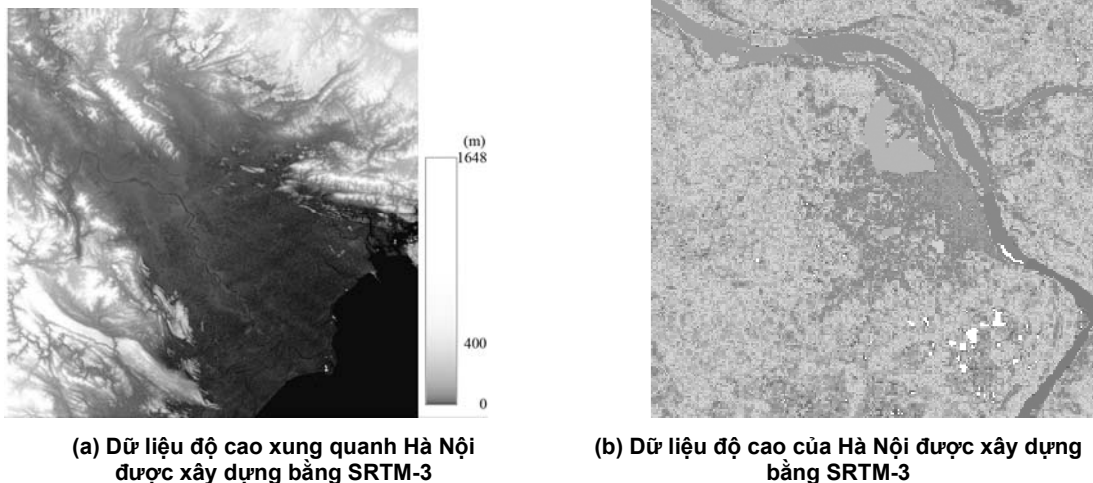
Sự thay đổi đô thị Hà Nội

Theo nghiên cứu của Haruyama [2004], hệ thống đê ở Hà Nội là yếu tố lớn nhất để nhận thức về diện mạo Hà Nội. Hà Nội được xây dựng trong vùng có độ cao trung bình dưới 10m, đã nhiều lần bị ngập lụt gây ra bởi sông Hồng. Đê kè ngoài việc bảo vệ được thành phố khỏi bị ngập lụt còn góp phần tạo nên các hồ, kênh rạch tại những nơi uốn cong của sông Hồng. Hồ Tây và hồ Hoàn Kiếm là những một trong những ví dụ điển hình được thành tạo như vậy. Đê có thể bị vỡ và tràn một số lần lụt trong lịch sử và sau lần đó, đê lại được cải tạo cao hơn. Những bằng chứng về xây dựng cơ sở hạ tầng cho điều tiết lũ lụt có thể tìm thấy từ rất sớm ở Hà Nội.

Bằng những tài liệu lịch sử, GS Sakurai, GS Shibayama [2007], đã chỉ ra được những thay đổi của Hà Nội trong thời kỳ nhà Nguyễn (các năm 1802 - 1945). Những thay đổi đó liên quan đến kế hoạch phát triển đô thị của Chính phủ Pháp khi đô hộ Việt Nam (trong các năm 1887 - 1954). Cơ quan chỉ huy quân đội Pháp đặt tại vị trí chiến lược trong Cẩm Thành xưa (thuộc trung tâm Hà Nội ngày nay). Đầu tiên, người Pháp cho xây dựng nhiều đơn vị quân sự trong Cẩm Thành và ngày càng phát triển rộng hơn. Sự phát triển này duy trì cho đến năm 1930. Cùng với sự phát triển đó, rất nhiều hồ ao bị san lấp. Vấn đề này đã được các nhóm mà đại diện Yonezawa, Shibayama [2007] và Duan, Shibayama [2008] nghiên cứu bằng các phương pháp khác nhau như lịch sử, thông tin khu vực học, hoặc công nghệ thông tin, GIS và RS. Tuy nhiên, rất khó để nhận thức về hồ ao bị lấp và hệ thống đê ảnh hưởng đến môi trường Hà Nội bằng mô hình 2 chiều. Vậy phân tích sự thay đổi địa mạo 3 chiều là cần thiết. Do đó, DEM có thể là giải pháp tốt cho phân tích biến đổi đô thị.

DEM độ phân giải cao

Với những số liệu hiện có, khó có thể xây dựng DEM độ phân giải cao ở Việt Nam. Tuy nhiên, để nghiên cứu, chúng tôi đã đưa ra DEM có độ phân giải cao dựa trên những dữ liệu khác nhau: từ SRTM (Shuttle Radar Topographi Mission), các dữ liệu đo thực địa và bản đồ địa hình đã có.



Hình 1. Hướng đối tượng của dữ liệu SRTM-3

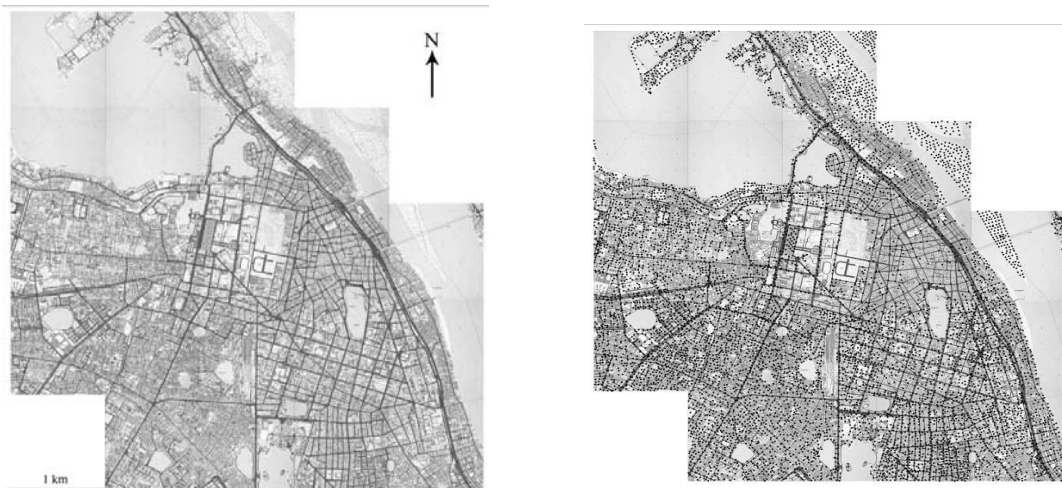
Sử dụng SRTM

Dữ liệu số độ cao của SRTM là một trong những công nghệ mới nhất về DEM, quỹ đạo của nó bao phủ toàn Trái Đất. SRTM là dự án quốc tế được quản lý bởi Cơ quan Địa không gian Trí thức Quốc gia (National Geospatial-Intelligence Agency-NGA) và Cơ quan Quản lý Hàng không Vũ trụ Quốc gia (National Aeronautics and Space Administration - NASA) Hoa Kỳ. Theo độ phân giải, dữ liệu DEM bao gồm 2 mô hình: độ phân giải của SRTM-3 khoảng 90m, của SRTM-30 là 900m. SRTM-3 có DEM duy nhất bao phủ được toàn bộ bề mặt Trái Đất. Như vậy SRTM-3 rất thích hợp cho phân tích môi trường tự nhiên và phát triển dự án tại khu vực mà các dữ liệu tạo DEM rất khó thu thập.

Dữ liệu SRTM-3 cho vùng rộng lớn bao quanh Hà Nội được thể hiện ở hình 1a, ghép nối từ 4 ảnh. Những dữ liệu này có thể tải miễn phí từ trang Web của NASA. Hình 1b là khu vực trung tâm Hà Nội. Tuy nhiên, chúng ta không thể nhìn thấy sự thay đổi nhỏ trong trường hợp địa hình bằng phẳng. Bởi vì độ phân giải của ảnh này còn quá thấp, vậy cần thiết phải sử dụng DEM có độ phân giải cao hơn.

Sử dụng dữ liệu khảo sát

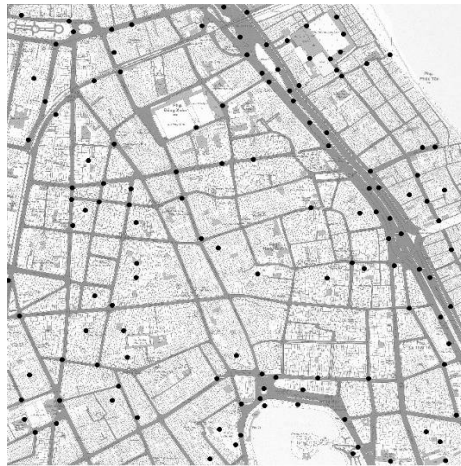
Các kết quả khảo sát thực địa được thực hiện bởi Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội. Hình 2a là một ví dụ thể hiện khảo sát độ cao đã được đưa lên bản đồ. Khu vực khảo sát có diện tích 25km² (5 x 5km) với 8.015 điểm độ cao (hình 2b).



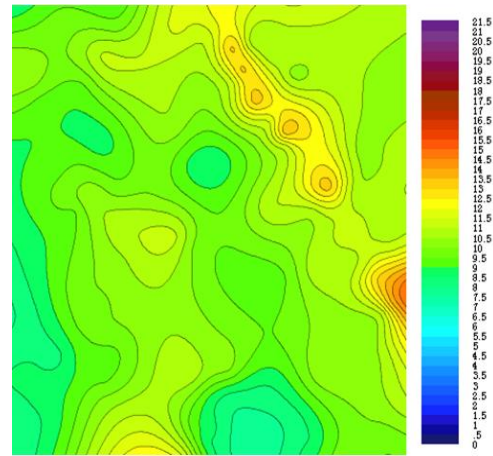
(a) Khu vực khảo sát độ cao

(b) Thể hiện trực quan số điểm khảo sát (8015 điểm)

Hình 2. Khảo sát dữ liệu độ cao tại Hà Nội



(a) Những điểm khảo sát tại khu phố cổ



(b) Ví dụ về thành lập DEM với đường đồng mức cách nhau 0,5m

Hình 3. Thành lập DEM cho khu phố cổ

Các bước thành lập DEM:

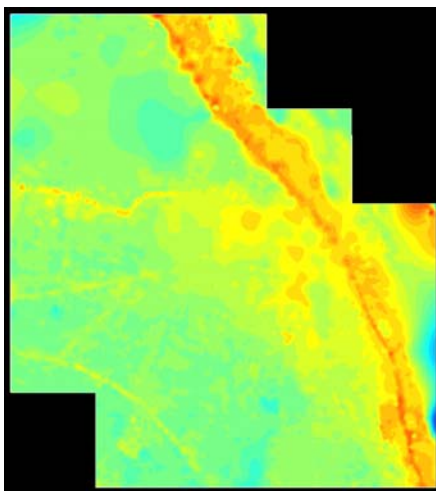
(1) Dữ liệu đầu vào là các điểm với (x, y, z) dưới dạng số.

(x, y) là vị trí các điểm ảnh, z là độ cao của vị trí đó (tính bằng mét), đã được chuyển đổi toạ độ phù hợp.

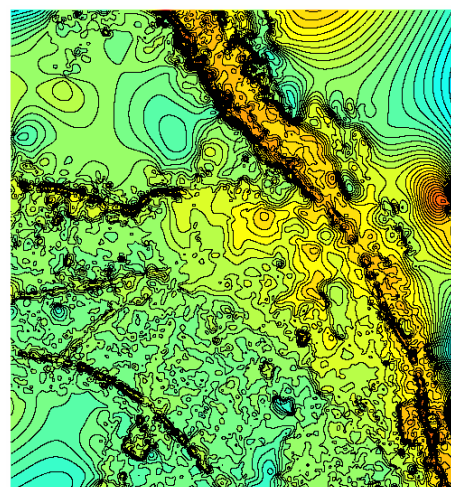
(2) Ước lượng bề mặt địa hình bằng phát triển phần mềm.

Bề mặt địa hình được ước lượng từ (x, y, z) dựa trên phương pháp ước lượng bề mặt là BS-Horizon, sử dụng hàm Cub-B-Spline [Nonogaki và nnk, 2008].

(3) Dữ liệu đầu ra của bề mặt địa hình (DEM).



(a) Bản đồ DEM đồng mức



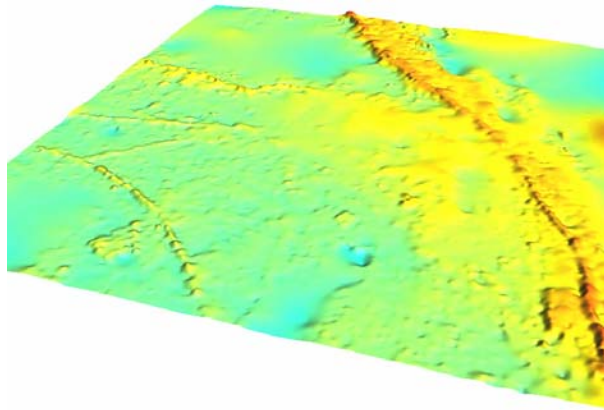
(b) DEM với khoảng cách các đường là 0,5m

Hình 4. Bản đồ DEM vùng nghiên cứu

Kết quả thành lập DEM khu phố cổ được dẫn ra ở hình 3b với độ phân giải 2m, khoảng cách giữa các đường đồng mức 0,5m. Ở hình này thấy rất rõ hồ Hoàn Kiếm và con đê tương ứng với các đường đồng mức thấp nhất và cao nhất.

Hình 4a thể hiện DEM cho cả diện tích 25km² với tài liệu năm 2005. Hình 4b là bản đồ đường đồng mức địa hình với các đường cách nhau 0,5m. Kết quả này đã khắc phục tốt những bất cập khi sử dụng dữ liệu SRTM và viễn thám.

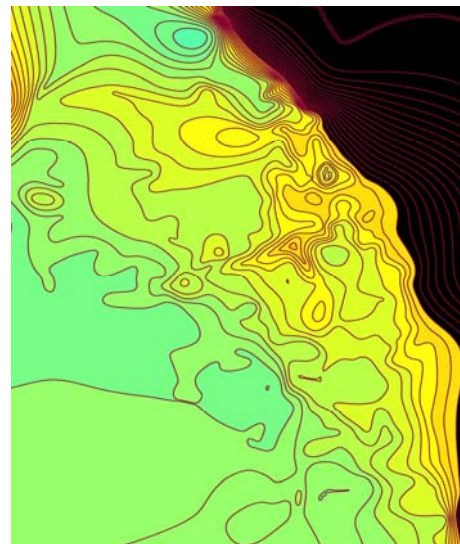
Một ví dụ về kết quả mô hình 3 chiều DEM được thể hiện ở hình 5 khi chúng tôi sử dụng công cụ trực quan NVIZ trong phần mềm GRASS GIS.



Hình 5. Mô hình 3D mô tả dưới dạng DEM



Hình 6. Bản đồ địa hình năm 1950



Hình 7. Kết quả thành lập DEM bằng phương pháp STRIPE

Sử dụng nhiều bản đồ địa hình

Bản đồ địa hình bằng giấy năm 1950, tỷ lệ 1:4000; được chúng tôi thu thập từ Bảo tàng Quốc gia Cộng hoà Pháp. Từ bản đồ này đã thành lập DEM với độ phân giải 2m bằng phương pháp STRIPE (hình 7) [Noumi, 2003]. Phương pháp STRIPE có hiệu suất trung bình cho thành lập DEM từ bản đồ địa hình đã có. Độ cao được thể hiện bởi hàm $f(x_p, y_p)$ và tại điểm (x, y) trong không gian giữa hai đường đồng mức h và H phải thoả mãn:

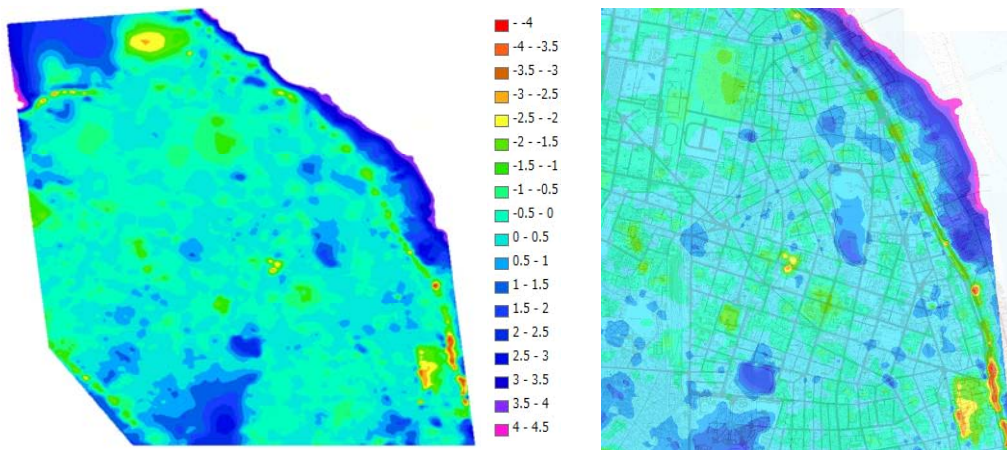
$$h < (x_p, y_p) < H$$

Dựa trên cơ sở này, chúng ta có thể nhanh chóng xây dựng DEM bằng cách đưa ra sự khác nhau về độ cao của từng điểm trong không gian giữa các đường đồng mức đã biết. Rất tiếc là chúng ta chỉ có thể sử dụng hai bản đồ năm 1950 và 2005 để nghiên cứu. Tuy nhiên kết quả DEM của hai bản đồ này là khá tốt cho phân tích về đô thị hoá của Hà Nội.

Phân tích DEM

Sự khác nhau giữa DEM năm 2005 và DEM năm 1950 được dẫn ra ở hình 8a. Nơi có màu tối là khu vực có độ cao năm 2005 lớn hơn so với năm 1950. Hai điểm nhấn ở hình 8a là thứ nhất độ cao của đê hai năm 2005 và 1950 chênh nhau 2m. Chiều cao trung bình của đê năm 2005 là 12m, chiều cao trung bình của đê năm 1950 là 10m. Với các dẫn liệu lịch sử, Haruyama [2004] đưa ra giả thiết chiều cao của đê năm 1809 là 3,5m. Qua thời gian, con đê không ngừng được tôn cao. Điểm nhấn thứ hai là đã có sự sụt lún trong khu phố cổ.

Hình 8b là bản đồ chồng ghép từ bản đồ khác với bản đồ hình 8a. Nơi có màu tối là khu vực thấp hơn so với năm 1950. Độ cao trung bình của khu phố cổ là 9m tại thời điểm 2005; có cao độ thấp hơn 0,5m so với năm 1950. Số liệu này đã minh chứng cho sự sụt lún xảy ra tại khu phố cổ.



(a) DEM khác nhau giữa các năm 2005 và năm 1950

(b) Bản đồ (tỷ lệ 1:2000) chồng ghép các DEM khác nhau

Hình 8. Các DEM khác nhau giữa các năm 2005 và 1950

Kết luận

Trong nghiên cứu này, DEM được thành lập từ các kết quả khảo sát thực địa và bản đồ địa hình. Thông tin về độ cao khác nhau không thể có được từ ảnh vệ tinh mà chỉ có thể thu thập tốt từ thông tin DEM. Những DEM có độ phân giải cao không những phù hợp cho phân tích những biến đổi đô thị Hà Nội mà còn phục vụ cho nghiên cứu phát triển bền vững như cải thiện và phòng ngừa thiên tai. DEM không chỉ cung cấp các thông tin chi tiết về bề mặt đất Hà Nội mà còn cung cấp những thông tin về sự thay đổi đó trong khoảng gian nhất định (ví dụ trong khoảng 50 năm, theo số liệu đã có để nghiên cứu của chúng tôi). Có hai sự thay đổi đáng kể: (1) Sự tôn tạo tuyến đê; (2) Sự thay đổi địa hình khu phố cổ và kề cận. Trong tương lai, nghiên cứu về tương quan giữa lụt và tuyến đê sẽ là vấn đề rất cần thiết cho Hà Nội. Con đê đã bảo vệ Hà Nội khỏi bị ngập lụt bởi sông Hồng trong một thời gian dài. Thêm vào đó, nghiên cứu này bước đầu đã chỉ ra được vết tích của những sông cổ, những vùng bị san (bồi) lấp bằng DEM. Đồng thời, kết quả của đề tài là minh chứng về sự tương quan giữa sự phát triển đô thị và sự thay đổi bề mặt địa hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Haruyama, S., *Natural Environmental Study Applied for Agriculture in Northern Vietnam*, Natural Hazard and Their Defense Policy against Disaster, the Red River Delta. p.131. Tokyo: Kokon Shoin, 2004.
2. Ho Dinh Duan and Shibayama, M., *Studies on Hanoi Urban Transition in 20th Century Based on GIS/RS*. Kyoto Working Papers on Area Studies. N°3 (G-COE Series 1), 2008, p.20.
3. Nonogaki, S., Masumoto, S. and Shiono, K., *Optimal Determination of Geologic Boundary Surface Using Cubic B-Spline*, 2008. *Geoinformatics* 19(2): 61 - 77.
4. Noumi, Y., *Generation of DEM Using Inter-Contour Height Information on Topographic Map*. *Journal of Geosciences* 46(14): 217-230. Osaka City University, 2003.
5. Sakurai, Y. and Shibayama, M., GIS4D Analysis of the Distribution of Thăng Long-Hanoi Relics and Inscriptions. Symposium "Area Studies and Informatics: Opening a New Horizon" Lecture Series, pp. 37-53. Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, 2007.
6. Shibayama, M., *Area Informatics Approach for Exploring Thang Long - Hanoi Historical Heritage*. In Proceedings of International Symposium on Area Informatics and Historical Studies in Thang Long - Hanoi, 2005, pp.1 - 9.
7. Yonezawa, G., *Developing of 3D Urban Modeling of Hanoi*. *Intriguing ASIA* 113: 168-174. Tokyo: Bensei Shuppan, 2008.
8. Yonezawa, G. and Shibayama, M., *Clarification of Historical Changes and Urban Transfiguration in Hanoi, Vietnam Using GIS*, 2007. *IPSI Symposium Series* 2007(15): 139 -146.