

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ ĐỊA CHẤT**

**BÁO CÁO HỌC THUẬT  
HỌC KỲ 1  
Năm học 2023-2024**

**MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP NHẪM TĂNG ĐỘ PHÂN  
GIẢI CỦA MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO DẠNG GRID**

**GIẢNG VIÊN: NGUYỄN THỊ THU HƯƠNG**

**ĐƠN VỊ : BỘ MÔN TRẮC ĐỊA PHỔ THÔNG VÀ SAI SỐ  
- KHOA TRẮC ĐỊA BẢN ĐỒ & QLDD-**

**HÀ NỘI - 12/2023**

# MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO .....	3
2.1 Tổng quan về mô hình số độ cao .....	3
2.1.1 Khái niệm về mô hình số độ cao .....	3
2.1.2 Các cấu trúc của mô hình số độ cao .....	3
2.1.3 Các phương pháp thành lập DEM .....	3
2.1.4 Ứng dụng của mô hình số độ cao .....	4
CHƯƠNG 2: MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP NHẪM TĂNG ĐỘ PHÂN GIẢI CỦA MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO DẠNG GRID.....	6
2.1. Phương pháp trực quan .....	6
2.1.1. Sử dụng phương pháp so sánh trực tiếp .....	6
2.1.2. Sử dụng phương pháp mặt cắt .....	6
2.1.3. So sánh bằng biểu đồ phân tán .....	6
2.2 . Phương pháp định lượng .....	6
2.2.1. Sử dụng giá trị sai số trung phương .....	6
2.2.2. Sử dụng các giá trị thống kê (hệ số tương quan $R$ ) và phương trình hồi quy (được đại diện bằng 2 tham số $m$ và $b$ ) .....	7
CHƯƠNG 3: THỰC NGHIỆM .....	8
3.1. Các kết quả thực nghiệm và đánh giá độ chính xác.....	8
3.1.1. Đánh giá trực quan bằng so sánh trực tiếp .....	8
3.1.2. Đánh giá trực quan bằng phương pháp sử dụng các mặt cắt .....	8
3.2. Đánh giá định lượng.....	9
3.2.1. Đánh giá định lượng sử dụng giá trị sai số trung phương.....	9
3.2.2. Đánh giá định lượng sử dụng giá trị thống kê $R$ (Hệ số tương quan) và phương trình hồi quy.....	11
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	12
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	13

## CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO

### 1.1 Tổng quan về mô hình số độ cao

#### 1.1.1 Khái niệm về mô hình số độ cao

Mô hình số độ cao – Digital Elevation Model (DEM) thể hiện bề mặt địa hình dưới dạng 3D theo các định dạng số. Bề mặt địa hình 3D được mô hình hóa bằng một hàm có dạng  $z = f(x, y)$  trong đó mỗi điểm  $(x, y)$  trong mặt phẳng  $D$  được gắn với một giá trị độ cao  $f(x, y)$ . Theo quan điểm này, bề mặt địa hình là đồ thị biểu thị hàm số  $f$  theo các biến số là giá trị thuộc  $D$  (De Floriani & Magillo, 2018).

Một cách khái quát, chúng ta có thể định nghĩa về DEM như sau: mô hình số độ cao – Digital Elevation Model (DEM) là phương pháp mô hình hóa bề mặt địa hình cũng như cho phép hiển thị bề mặt địa hình trong hệ tọa độ không gian ba chiều (Zhilin et al., 2005). DEM miêu tả bề mặt địa hình bằng các hàm đơn trị  $Z = F(X, Y)$ . Với bất cứ giá trị  $(X, Y)$  nào chỉ có một giá trị độ cao  $Z$  được xác định trong một DEM (Cương, 2006). Định nghĩa này giúp chúng ta phân biệt được giữa DEM mô tả bề mặt địa hình và các mô hình 3D. Các bề mặt hoặc các vật thể (ví dụ như các mô hình nhà, các chi tiết máy,..) được mô tả trong mô hình 3D, với một vị trí  $(X, Y)$  có thể có nhiều hơn một giá trị  $Z$ .

#### 1.1.2 Các cấu trúc của mô hình số độ cao

Cấu trúc cơ bản của DEM xuất phát từ mô hình dữ liệu được sử dụng để đại diện cho nó. Có nhiều phương thức khác nhau để tạo ra bề mặt DEM như sử dụng mô hình DEM dạng grid, mô hình các tam giác không đều TIN (Triangulation Irregular Network) hoặc sử dụng mô hình toán học.

Trong các phương pháp trên, mô hình DEM dạng grid được sử dụng nhiều vì có dạng thức đơn giản và dễ dàng sử dụng để phân tích thông tin bề mặt [7].

#### 1.1.3 Các phương pháp thành lập DEM

DEM có thể được tạo ra từ nhiều nguồn khác nhau:

- Từ đo đạc địa hình thông thường:

Chúng được thực hiện bằng các máy đo quang học, máy đo laser tacheometers, và các máy thủy bình. Các DEM được thành lập bằng phương pháp này thường rất chi tiết và có tỷ lệ lớn, thường được thành lập ở các khu vực có diện tích tương đối nhỏ. Các DEM loại này thường được ứng dụng trong nghiên cứu đất đai và địa chất.

- Từ phương pháp đo GPS động:

Phương pháp này sử dụng hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu và các máy thu GPS được gắn trên một chiếc xe di chuyển trên bề mặt địa hình để thu thập số liệu để thành lập ra DEM. Đây là phương pháp thành lập các DEM tỷ lệ lớn và chi tiết với thời gian nhanh và hiệu quả cao.

- Phương pháp ảnh tương tự và ảnh số:

Phương pháp ảnh tương tự và ảnh số. Chúng được sử dụng để thành lập các DEM từ các cặp ảnh (ảnh hàng không, ảnh vệ tinh).

- Từ kỹ thuật Radar :

Được sử dụng phổ biến nhất. Kỹ thuật này với Radar độ mở tổng hợp (InSAR) để sản xuất DEM với ba cách tiếp cận: phân cực, radargrammetry sử dụng cặp ảnh radar lập thể và giao thoa kế. Trong các phương pháp đó, Radar độ mở tổng hợp giao thoa là được sử dụng phổ biến nhất

- Phương pháp đo laser:

Phương pháp này sử dụng các xung laser để xác định khoảng cách giữa mục tiêu và bộ cảm biến (sensor). Trong phương pháp sử dụng công nghệ LiDAR (Light Detection and Ranging), các phép đo đạc trên không đã được sử dụng để tạo ra các DEM tỷ lệ lớn và chi tiết của cả bề mặt đất và mặt biển.

#### **1.1.4 Ứng dụng của mô hình số độ cao**

Hiện nay, DEM có rất nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực của đời sống kinh tế, xã hội như trong quản lý thiên tai, giao thông, trong thông tin liên lạc, dẫn đường, trong xây dựng các công trình dân dụng, trong thiết kế và xây dựng cơ sở hạ tầng,

trong quân sự,... Trong đó, DEM có vai trò to lớn trong việc phân tích kết quả, ra quyết định và phát triển sản phẩm.

DEM cũng là một thành phần cơ bản trong cơ sở dữ liệu địa hình và nó có một vai trò to lớn trong các ngành khoa học nghiên cứu về trái đất. Có thể kể đến trong một số ngành khoa học sau:

- Trong phân tích địa mạo, cảnh quan;
- Trong các nghiên cứu phục vụ mục đích thành lập bản đồ;
- Trong mô hình hóa địa chất và thủy học;
- Trong quản lý nguồn tài nguyên nước;
- Trong nghiên cứu ảnh hưởng của khí hậu;
- Trong công nghệ thông tin địa lý;
- Trong các nghiên cứu phục vụ giáo dục.

Ngoài ra, DEM và các sản phẩm dẫn xuất từ DEM còn được ứng dụng trong các lĩnh vực sau:

- Khảo sát, thăm dò địa chất;
- Thiết kế và xây dựng;
- Các dịch vụ khí tượng thủy văn;
- Dẫn đường hàng không;
- Thông tin viễn thông;
- Sử dụng trong các ứng dụng đa phương tiện và trò chơi điện tử.

## CHƯƠNG 2: MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP NHẪM TĂNG ĐỘ PHÂN GIẢI CỦA MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO DẠNG GRID

Việc đánh giá độ chính xác của các dữ liệu grid DEM được thực hiện theo cả các cách đánh giá trực quan và các phương pháp đánh giá định lượng.

### 2.1. Phương pháp trực quan

#### 2.1.1. Sử dụng phương pháp so sánh trực tiếp

Trong phương pháp này, hai ảnh của hai bộ dữ liệu DEM được so sánh trực tiếp bằng mắt thường để thấy sự giống nhau hoặc sự sai khác, chênh lệch nếu có.

#### 2.1.2. Sử dụng phương pháp mặt cắt

So sánh hai bề mặt grid DEM dựa vào mặt cắt: dựa trên giá trị các điểm độ cao của các bộ dữ liệu DEM, tính toán và vẽ các mặt cắt dọc, các mặt cắt ngang tương ứng của các dữ liệu DEM kết quả sau khi tái chia mẫu và dữ liệu DEM mẫu ở cùng một độ phân giải. Sau đó, tiến hành so sánh giữa các mặt cắt tương ứng đó của các grid DEM.

#### 2.1.3. So sánh bằng biểu đồ phân tán

Trong phương pháp này, tiến hành xây dựng các biểu đồ phân tán của các bộ dữ liệu từ các dữ liệu điểm độ cao của các bộ dữ liệu grid DEM. Sau đó, so sánh hai bề mặt DEM bằng biểu đồ phân tán. Trong các biểu đồ phân tán này, nếu các điểm trên biểu đồ phân tán càng nằm sát đường hồi quy thì hai bề mặt DEM sẽ càng gần giống nhau, còn nếu các điểm nằm xa đường hồi quy thì hai bề mặt grid DEM không khớp nhau.

### 2.2 . Phương pháp đánh giá định lượng

#### 2.2.1. Sử dụng giá trị sai số trung phương

Giá trị sai số trung phương (RMSE) biểu thị độ lệch giữa dữ liệu độ cao trong DEM tham chiếu và DEM kết quả của các phương pháp tái chia mẫu, được biểu diễn dưới dạng toán học như sau:

$$RMSE_Z = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Z_{di} - Z_{ri})^2} \quad (2.1)$$

Trong đó:  $RMSE_Z$  là giá trị sai số trung phương;  $Z_{di}$  là giá trị độ cao thứ  $i$  trên bề

mặt DEM kết quả của phương pháp tái chia mẫu;  $Z_{ri}$  là giá trị độ cao thứ  $i$  trên bề mặt DEM tham khảo;  $n$  là số lượng điểm độ cao kiểm tra.

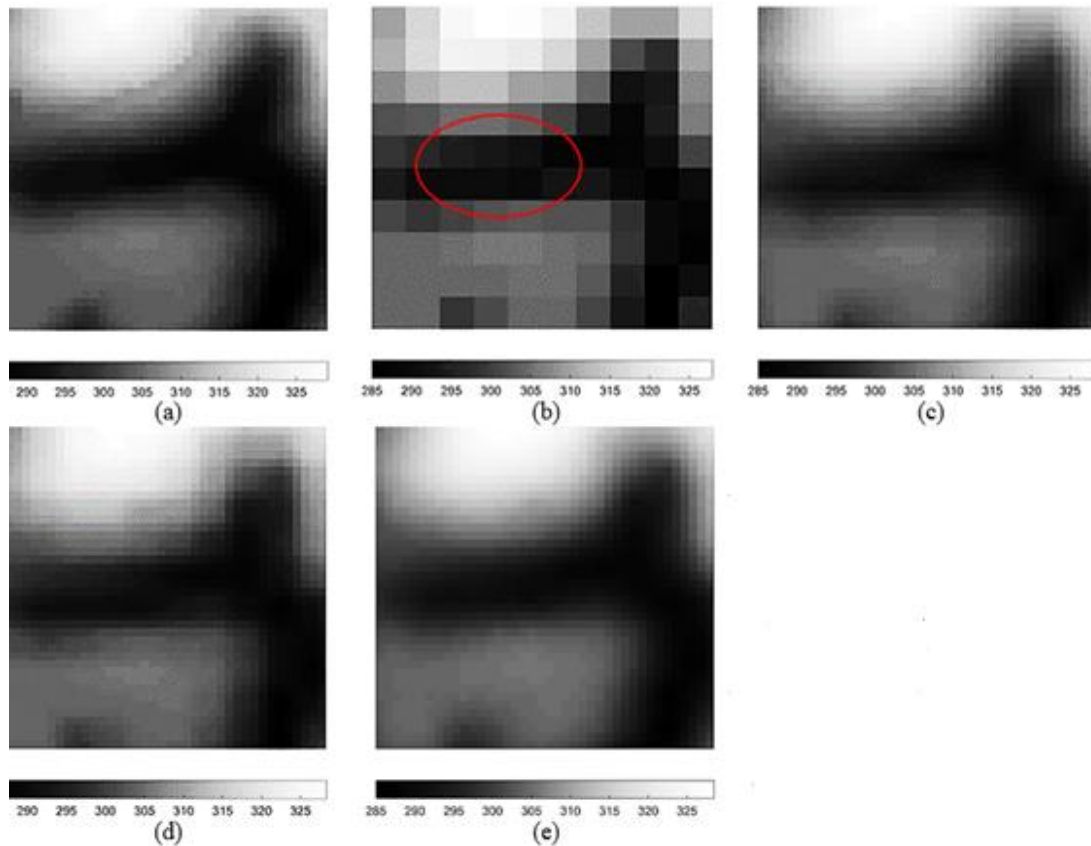
### 2.2.2. Sử dụng các giá trị thống kê (hệ số tương quan $R$ ) và phương trình hồi quy (được đại diện bằng 2 tham số $m$ và $b$ )

Để đánh giá kết quả của các phương pháp khác nhau, các mô hình hồi quy tuyến tính đã được gắn vào mối quan hệ giữa dữ liệu tham chiếu và dữ liệu được tái chia mẫu. Sự tương tự nhau của hai loại DEM cũng có thể được đánh giá định lượng bằng cách sử dụng các hệ số hồi quy tuyến tính ( $m$ ,  $b$ ) và hệ số tương quan  $R$ .

## CHƯƠNG 3: THỰC NGHIỆM

### 3.1. Các kết quả thực nghiệm và đánh giá độ chính xác

#### 3.1.1. Đánh giá trực quan bằng so sánh trực tiếp

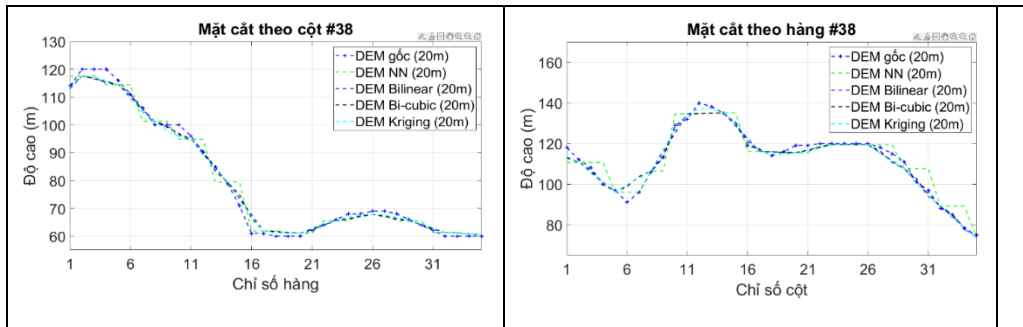


Hình 3.1. Dữ liệu DEM khu vực Lạng Sơn sau khi tăng độ phân giải

Trong đó:(a)-Dữ liệu DEM tham chiếu ở độ phân giải 5m; (b)- Dữ liệu DEM giảm độ phân giải xuống 20m, là đầu vào cho các thuật toán); (c)-DEM ở độ phân giải 5m được nội suy theo phương pháp song tuyến; (d)-DEM ở độ phân giải 5m được nội suy theo phương pháp Bi-cubic; (e)-DEM ở độ phân giải 5m được nội suy theo phương pháp Kriging.

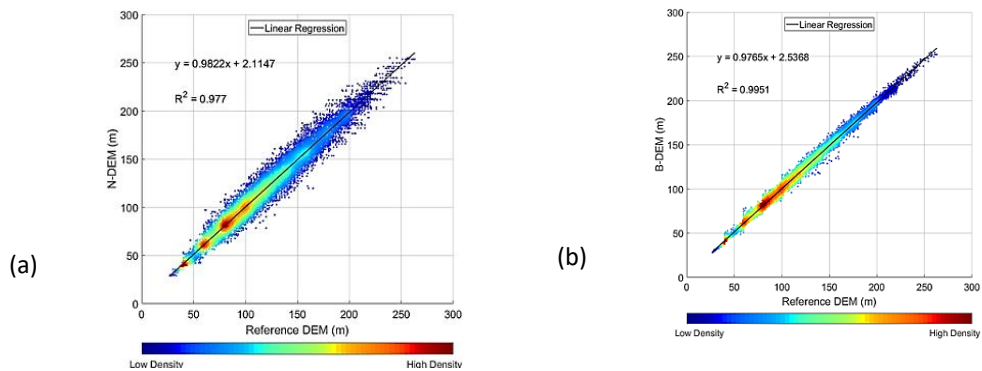
#### 3.1.2. Đánh giá trực quan bằng phương pháp sử dụng các mặt cắt





Hình 3.2. Một số mặt cắt dọc và mặt cắt ngang ví dụ (bộ dữ liệu D1-dữ liệu DEM giảm độ phân giải 20m khu vực Nghệ An)

### 3.1.3. Đánh giá trực quan bằng biểu đồ phân tán



Hình 3.3. Ví dụ về biểu đồ phân tán đối với bộ dữ liệu DEM giảm độ phân giải 20m tại khu vực Nghệ An

Trong đó:(a)-Biểu đồ phân tán của DEM đầu vào và DEM tham chiếu; (b)-Biểu đồ phân tán của DEM sau khi tái chia mẫu song tuyến Bilinear và DEM tham chiếu.

## 3.2. Đánh giá định lượng

### 3.2.1. Đánh giá định lượng sử dụng giá trị sai số trung phương

Qua các kết quả đánh giá định lượng trên cho thấy: phương pháp tăng độ phân giải không gian của mô hình DEM dạng grid theo các phương pháp tái chia mẫu cho độ chính xác cao hơn DEM ban đầu khi chạy thử nghiệm trên cả bốn bộ dữ liệu DEM.

Bảng 3.1. Sai số trung phương của các phương pháp tái chia mẫu song tuyến, Bi-cubic, nội suy Kriging và phương pháp dùng mô hình HNN

Bộ dữ liệu		Phương pháp song tuyến	Phương pháp Bi-cubic	Phương pháp Kriging	Phương pháp dùng mô hình HNN	Độ chính xác được cải thiện so với p.p. tái chia mẫu song tuyến
<b>DEM 20m Nghệ An</b>	Tổng thể	3.3026	3.3716	2.8874	1.9853	39.9%
	Min MCD	2.5245	2.5619	2.4393	1.9124	24.25%
	Max MCD	3.3379	3.4256	3.2270	2.0171	39.57%
	Min MCN	1.3837	1.4051	1.3916	1.5229	10.06%
	Max MCN	3.7005	3.7997	3.7522	2.3575	36.29%
<b>DEM 30m Nghệ An</b>	Tổng thể	8.8105	8.8736	8.5719	8.3510	5.21%
	Min MCD	8.5013	6.8408	6.9101	6.9668	18.05%
	Max MCD	11.6961	10.7635	10.8141	11.0702	5.35%
	Min MCN	6.6352	6.4032	6.4005	6.2829	5.31%
	Max MCN	10.5144	9.8024	9.8357	9.6199	8.51%
<b>DEM 5m Lạng Sơn</b>	Tổng thể	1.5139	1.6000	1.2092	0.8493	43.90%
	Min MCD	1.1635	1.1821	1.0288	0.5102	56.15%
	Max MCD	1.6198	1.7805	1.4232	0.9587	40.81%
	Min MCN	1.1567	1.2101	0.7408	0.5897	49.02%
	Max MCN	1.6712	1.7451	1.6807	1.1155	33.25%
<b>DEM 30m Đặc Hà</b>	Tổng thể	2.3284	2.4218	2.1095	2.0946	10.0%
	Min MCD	2.0938	1.0068	1.0624	0.9942	52.52%
	Max MCD	4.0702	2.3434	2.4436	2.2330	45.14%
	Min MCN	2.8494	1.0181	1.0505	0.9603	66.29%

### *3.2.2. Đánh giá định lượng sử dụng giá trị thống kê $R$ (Hệ số tương quan) và phương trình hồi quy*

Giá trị  $m$  và  $b$  phản ánh phần ảnh hưởng của sai số hệ thống nằm trong DEM trong khi giá trị  $R^2$  phản ánh phần sai số ngẫu nhiên. Các kết quả thực nghiệm đều cho thấy: đối với cả ba phương pháp tái chia mẫu đều làm giảm thành phần sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống so với grid DEM ban đầu chưa tăng độ phân giải.

# KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

## **Kết luận**

Qua nghiên cứu khảo sát đánh giá các phương pháp đánh giá độ chính xác của các grid DEM cho thấy: Khi đánh giá độ chính xác của các grid DEM bằng các phương pháp tái chia mẫu trên các bộ dữ liệu grid DEM được xây dựng từ các nguồn khác nhau, ở các khu vực địa hình khác nhau đã cho thấy sự tăng đáng kể về độ chính xác đối với các DEM được tái chia mẫu, đặc biệt là từ phương pháp Kriging, so với DEM ban đầu. Tuy nhiên, qua phân tích cũng cho thấy DEM được tạo ra từ tái chia mẫu có xu thế chứa một số sai số mang tính hệ thống khiến bề mặt DEM tạo ra cao hơn thực tế tại các điểm trũng, tụ thủy và có xu thế thấp hơn tại các điểm cao, các đường phân thủy.

## **Kiến nghị và hướng nghiên cứu tiếp theo**

Dựa trên kết quả của thuật toán, tác giả mong muốn được tiếp tục hỗ trợ để có thể xây dựng các phương pháp mới hiệu quả hơn trong việc nâng cao độ chính xác dữ liệu mô hình số độ cao dạng grid và các dữ liệu độ cao có dạng tương tự, nghiên cứu mở rộng thuật toán khi có thêm các nguồn thông tin khác có thể hỗ trợ việc hiệu chỉnh độ cao của mô hình mới.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

- Bùi Công Cường. (2001). Kiến thức cơ sở của hệ mờ. In B. C. C. N. D. Phước (Ed.), *Hệ mờ, mạng nơ ron và ứng dụng* (pp. 9-35). Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, 2001, Hà Nội.
- Diệu, T. B., Nguyen, V., Hùng, H., Phương, Đ., Nhu, V.-H., Trung Anh, T., & Quang Minh, N. (2016). *Xây dựng mô hình số bề mặt và bản đồ trực ảnh sử dụng công nghệ đo ảnh máy bay không người lái (UAV)*. Báo cáo tại Hội nghị khoa học Đo đạc-Bản đồ với ứng phó biến đổi khí hậu, 7/2016, Hà Nội.
- Kiệt, T. A. (2000). *Phương pháp đo ảnh giải tích và đo ảnh số*. Đại học Mỏ-Địa chất, 2000, Hà Nội.
- Lê Tuấn Anh, T. Đ. T., Phạm Văn Tuấn, Lê Đình Hiền. (2018). *Ứng dụng công nghệ tích hợp Lidar và chụp ảnh hàng không (Citymapper - Leica) trong thu nhận, xử lý và thành lập dữ liệu không gian địa lý*. Báo cáo tại Hội nghị khoa học, công nghệ toàn quốc ngành Đo đạc và Bản đồ, 2018, Hà Nội.

### Tiếng Anh

- (CRIP), C. R. I. P. (2014). Introduction for Digital Elevation Models. *Caribbean Handbook on Risk Information Management*. Retrieved from <http://charim.net/datamanagement/32>
- Ackermann, F. (1996). Techniques and strategies for DEM generation. *Digital photogrammetry: An addendum to the manual of photogrammetry*, 135-141.
- Anderson, J. A. (1977). Neural models with cognitive implications. *Basic processes in reading: Perception and comprehension*, 27-90.
- ASPRS. (2015). ASPRS positional accuracy standards for digital geospatial data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 81(3), 1-26.

- De Floriani, L., & Magillo, P. (2018). Digital Elevation Models. In L. Liu & M. T. Özsu (Eds.), *Encyclopedia of Database Systems* (pp. 1078-1083). New York, NY: Springer New York.
- Genitha, C. H., & Vani, K. (2010, 2010). *Super resolution mapping of satellite images using hopfield neural networks*.
- Gorokhovich, Y., & Voustianiouk, A. (2006). Accuracy assessment of the processed SRTM-based elevation data by CGIAR using field data from USA and Thailand and its relation to the terrain characteristics. *Remote Sensing of Environment*, *104*(4), 409-415.
- Hopfield, J. J. (1984). Neurons with graded response have collective computational properties like those of two-state neurons. *Proceedings of the national academy of sciences*, *81*(10), 3088. doi:10.1073/pnas.81.10.3088
- Lin, J.-W. (2017). Artificial Neural Network Related to Biological Neuron Network: A Review. *Advanced Studies in Medical Sciences*, *5*(1), 55-62.
- Ling, F., Du, Y., Xiao, F., Xue, H., & Wu, S. (2010). Super-resolution land-cover mapping using multiple sub-pixel shifted remotely sensed images. *International Journal of Remote Sensing*, *31*(19), 5023-5040.
- Minh, N. Q. (2011). Image smoothing of multispectral imagery based on the HNN and geo-statistics. *Yaogan Xuebao- Journal of Remote Sensing*, *15*(3), 640-644.
- Nguyen, Q. M., Atkinson, P. M., & Lewis, H. G. (2011). Super-resolution mapping using Hopfield neural network with panchromatic imagery. *International Journal of Remote Sensing*, *32*(21), 6149-6176.
- Tatem, A. J., Lewis, H. G., Atkinson, P. M., & Nixon, M. S. (2001). Multiple-class land-cover mapping at the sub-pixel scale using a Hopfield neural network. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *3*(2), 184-190.