

ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO TOÀN CẦU DỰA TRÊN MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO TRÊN LÃNH THỔ VIỆT NAM

LƯƠNG THANH THẠCH⁽¹⁾, PHẠM XUÂN HOÀN⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

⁽²⁾Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu

Tóm tắt:

Các mô hình số độ cao toàn cầu có vai trò quan trọng trong việc giải quyết các bài toán khoa học kỹ thuật trên phạm vi lớn. Tuy nhiên, theo đánh giá của một số công trình đã công bố ở Việt Nam [1], [3] và trên thế giới [6], [8], [10], [11], mô hình số độ cao toàn cầu nói chung có độ chính xác không cao và có chứa sai số hệ thống. Để đáp ứng nhu cầu sử dụng mô hình số độ cao toàn cầu trong các nhiệm vụ chuyên ngành, bài báo khoa học này trình bày phương pháp đánh giá mô hình số độ cao toàn cầu SRTM dựa trên mô hình số độ cao DEM tỷ lệ 1/25.000 do Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu xây dựng. Kết quả đánh giá độ chính xác cho thấy sai số trung phương độ lệch giữa hai mô hình số độ cao này đạt ở mức 3.225m và hoàn toàn đáp ứng yêu cầu sử dụng trong công tác Trắc địa Bản đồ.

1. Đặt vấn đề

Mô hình số độ cao là một trong các mô hình cơ bản của bề mặt Trái Đất. Mô hình số độ cao tỷ lệ 1/10.000 và nhỏ hơn trên lãnh thổ quốc gia là một thành phần quan trọng của hạ tầng dữ liệu không gian quốc gia và là cơ sở để phát triển các ứng dụng phục vụ cho các hoạt động của đời sống xã hội. Tuy nhiên, trong nhiều nhiệm vụ khoa học chuyên ngành (ví dụ: xây dựng cơ sở dữ liệu và bản đồ địa hình thuộc phạm vi ngoài lãnh thổ; nghiên cứu các tai biến địa chất hay các hiện tượng biến đổi khí hậu; hiệu chỉnh dị thường trọng lực ở các khu vực biên giới lãnh thổ;...), mô hình số độ cao trên phạm vi của một quốc gia đã không còn đáp ứng được nhu cầu sử dụng. Vì vậy, cần thiết phải sử dụng mô hình số độ cao trên lãnh thổ quốc gia kết hợp với mô hình số độ cao toàn cầu. Hiện nay, mô hình số độ cao toàn cầu được thành lập từ nhiều nguồn dữ liệu khác nhau và bởi các tổ chức khác nhau, tiêu biểu trong số đó có các mô hình GTOPO30, SRTM, Aster và Landsat. Tuy nhiên, do nhiều nguyên nhân nên mô hình số độ cao toàn cầu thường chứa một

lượng lớn sai số thô và sai số hệ thống. Ngoài ra, tùy thuộc vào nguồn dữ liệu đầu vào mà các mô hình số độ cao toàn cầu có độ chính xác khác nhau. Nhằm hỗ trợ các cơ quan chuyên ngành trong việc lựa chọn sử dụng mô hình số độ cao toàn cầu, bài báo này trình bày phương pháp đánh giá độ chính xác của mô hình số độ cao toàn cầu dựa trên dữ liệu địa hình trên lãnh thổ Việt Nam. Do khuôn khổ bài báo có hạn nên chúng tôi chỉ lựa chọn và đánh giá mô hình số độ cao toàn cầu SRTM.

Mô hình số độ cao toàn cầu SRTM do Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Quốc gia (NASA) và Cơ quan Tri thức Địa không gian quốc gia (NGA) của Mỹ phối hợp với các cơ quan vũ trụ của Đức và Italia thành lập bằng phương pháp giao thoa radar. Tàu vũ trụ Space Shuttle Endeavour mang theo thiết bị SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) được đưa lên vũ trụ từ Trung tâm vũ trụ Kennedy (Florida Mỹ) từ ngày 11/02/2000 và hoàn thành sứ mệnh vào ngày 22/02/2000. Thiết bị SRTM bao gồm tập hợp phần cứng radar ảnh vũ trụ - C (Spaceborne

Imaging Radar - C được sửa đổi với cột và anten từ trạm vũ trụ tạo thành bộ giao thoa với cạnh đáy dài 60 m. Các dữ liệu radar Shuttle được xử lý bởi hệ thống siêu máy tính tổ hợp xử lý dữ liệu mặt đất Shuttle (SDPS) tại Phòng Thí nghiệm phản lực (JPL) theo khuôn dạng DTED và được chuyển về NGA. Dữ liệu SRTM1 độ phân giải 1" x 1" tương ứng với khuôn dạng DTED2, dữ liệu SRTM3 độ phân giải 3" x 3" tương ứng với khuôn dạng DTED1, còn dữ liệu SRTM30 độ phân giải 30" x 30" tương ứng với khuôn dạng DTED0 và tạo ra mô hình số độ cao GTOPO30 [7].

Theo các tài liệu [8], [11], từ 11 - 22 tháng 02 năm 2000, dự án thành lập bản đồ địa hình Trái Đất từ vũ trụ SRTM đã đo chụp được vùng lãnh thổ Trái Đất từ 56⁰S đến 60⁰N, bao phủ 80% lục địa của Trái đất và 90% dữ liệu độ cao có các sai số nằm trong khoảng $\pm(6 - 10)$ m. Kết quả so sánh với CSDL độ cao quốc gia (NED) của Mỹ, theo tài liệu [9], SRTM và NED có cùng các bước sóng lớn hơn 200 m, tuy nhiên NED phù hợp hơn SRTM ở các bước sóng nhỏ hơn 350 m. Sai số trung phương của các hiệu độ cao giữa SRTM và NED ở mức $\pm 5,7$ m. Theo đánh giá trong tài liệu [10], độ chính xác của độ cao từ SRTM trên một số khu vực thử nghiệm ở nước Mỹ ở mức $\pm 15,27$ m. Khi so sánh các mô hình SRTM3 và GTOPO30 với DEM độ phân giải 1' x 1' của Đức, theo tài liệu [6], SRTM3 có độ lệch chuẩn 7,9 m, còn GTOPO30 có độ lệch chuẩn 6,8 m.

Ở Việt Nam, để sử dụng mô hình số độ cao toàn cầu phục vụ quy chiếu dị thường trọng lực RTM với yêu cầu sai số của các chênh cao được xác định từ mô hình số độ cao không được lớn hơn 50m, dựa trên 89 điểm độ cao hạng I quốc gia, công trình [2] đã đánh giá sai số trung phương độ cao của mô hình SRTM1 đạt 5.480m. Dựa trên 822 điểm GPS/TC hạng I, II, III Nhà nước để đánh giá mô hình SRTM1, độ lệch trung bình giữa độ cao của các điểm GPS/TC được nội suy từ SRTM so với độ cao GPS/TC Nhà nước đạt -3,623m, còn trị tuyệt đối trung bình đạt

4.459m [1]. Sử dụng 47.405 điểm độ cao được xác định từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/50.000 để đánh giá, tài liệu [3] nhận được sai số trung phương độ cao của mô hình SRTM1 đạt xấp xỉ 40m; còn đánh giá dựa trên 281 điểm đo GPS-Thủy chuẩn thuộc 7 công trình riêng lẻ phân bố dọc từ Bắc vào Nam, sai số trung phương của mô hình SRTM1 đạt 9,94m.

Điểm chung trong các công trình nêu trên là sử dụng độ cao các điểm rời rạc để đánh giá mô hình SRTM1 và như vậy chưa khái quát được tính chất quan trọng của mô hình số độ cao: "Đảm bảo độ chính xác đồng đều trên toàn lãnh thổ".

Bài báo khoa học này giới thiệu phương pháp đánh giá độ chính xác của mô hình số độ cao toàn cầu SRTM1 dựa trên mô hình số độ cao tỷ lệ 1/25.000 trên lãnh thổ Việt Nam.

2. Giải quyết vấn đề

a. Dữ liệu mô hình số độ cao toàn cầu SRTM1

Dữ liệu mô hình số độ cao toàn cầu SRTM1 (1" x 1") được khai thác từ website của Trung tâm Khoa học và Quan sát tài nguyên Trái Đất, theo địa chỉ: <https://earthexplorer.usgs.gov/> dưới dạng grid các điểm độ cao cách đều nhau ở ba định dạng tệp:

- Dữ liệu độ cao địa hình kỹ thuật số (DTED®) là định dạng bản đồ tiêu chuẩn do NGA thiết kế. Mỗi tệp hoặc ô chứa một ma trận các giá trị độ cao phân bố đều theo chiều dọc và đặt cách nhau theo phương ngang dưới dạng kinh độ và vĩ độ địa lý. Kích thước tệp xấp xỉ 25 MB đối với tệp dữ liệu 1"x1" và khoảng 3 MB đối với tệp dữ liệu 3"x3".

- Bảng xen kẽ theo dòng (BIL) là định dạng raster nhị phân với tệp tiêu đề đi kèm mô tả bố cục và định dạng của tệp. Kích thước tệp xấp xỉ 7 MB đối với tệp dữ liệu 1"x1" và khoảng 1 MB đối với tệp dữ liệu 3"x3".

- Định dạng tệp hình ảnh được gắn thẻ tham chiếu địa lý (GeoTIFF) là tệp TIFF với thông tin địa lý. Đây là định dạng hình ảnh tiêu chuẩn cho

các ứng dụng GIS. Kích thước tệp xấp xỉ 25 MB đối với tệp dữ liệu 1"x1" và khoảng 3 MB đối với tệp dữ liệu 3"x3".

Trong khuôn khổ nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn loại định dạng số liệu thứ 3 để triển khai thực hiện, bởi đây là loại định dạng hình ảnh tiêu chuẩn cho các ứng dụng GIS. Các thông số cơ bản của mô hình SRTM1 như sau:

- * Projection: Geographic
- * Horizontal Datum: WGS84
- * Vertical Datum: EGM96 (Earth Gravitational Model 1996)
- * Vertical Units: Meters
- * Spatial Resolution: 1 arc-second for global coverage (~30 meters)
- * Raster Size: 1 degree tiles
- * C-band Wavelength: 5.6 cm.

Trên phạm vi đất liền lãnh thổ Việt Nam có tất cả 60 tệp.

b. Dữ liệu mô hình số độ cao tỷ lệ 1/25.000

Mô hình số độ cao (DEM) tỷ lệ 1/25.000 phủ trùm lãnh thổ Việt Nam được Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu xây dựng từ năm 2014-2018 bằng phương pháp đo vẽ ảnh lập thể trên trạm ảnh số. Sử dụng bộ phần mềm ImageStation để tăng dày, bình sai khối ảnh và đo vẽ mô tả đặc trưng địa hình. Dữ liệu đầu vào bao gồm ảnh chụp từ máy ảnh RC30 tỷ lệ 1/15.000 và ảnh số chụp bằng máy ảnh Vexcel có kết hợp sử dụng hệ thống GPS/IMU trong bay chụp ảnh độ phân giải mặt đất 0,2-0,4m.

Dữ liệu DEM nêu trên được xây dựng trong Hệ tọa độ VN-2000, Hệ độ cao Hòn Dấu. Kích thước mắt lưới 0,3" x 0,3", một số mảnh đặc biệt có kích thước 0,15" x 0,15". Mức độ chi tiết thành lập DEM được áp dụng theo độ dốc và tính phức tạp của địa hình, cụ thể: Khu vực núi cao DEM phải đáp ứng nhu cầu thành lập bản đồ địa hình với khoảng cao đều 10 m; khu vực đồi và trung du phục vụ thành lập bản đồ địa hình với khoảng cao đều 5 m và khu vực đồng bằng đáp ứng khả năng thành lập bản đồ địa hình với

khoảng cao đều 2,5 m. Độ chính xác đo vẽ mô tả đặc trưng địa hình và thành lập DEM không quá 1/3 khoảng cao đều của khu vực bản đồ cần thành lập. Nói chung cho tất cả các khu vực DEM phải đảm bảo độ chính xác đạt 1/3 khoảng cao đều của bản đồ địa hình tỷ lệ 1/25.000. DEM được quản lý theo mảnh bản đồ tỷ lệ 1/25.000 và có tên phiên hiệu tương ứng, mỗi mảnh đều có định dạng là Geotiff hoặc BIL. Các thông số của DEM tỷ lệ 1/25.000 như sau:

- * Hệ quy chiếu: WGS84
- * Hệ tọa độ: Tọa độ địa lý
- * Hệ độ cao: Hải Phòng 1972
- * Đơn vị: Mét
- * Kích thước mắt lưới: 0,3" x 0,3" (một số mảnh đặc biệt có kích thước 0,15" x 0,15")
- * Kích thước mảnh: Theo mảnh bản đồ tỷ lệ 1/25.000 và có tên phiên hiệu tương ứng, mỗi mảnh đều có định dạng là Geotiff hoặc BIL
- * Hệ quy chiếu thời gian: Dương lịch

c. Phương pháp xử lý dữ liệu

Do kích thước ô lưới của DEM tỷ lệ 1/25000 nhỏ hơn kích thước ô lưới của mô hình SRTM1 (0,3" x 0,3" so với 1" x 1"), nên chọn lưới nội suy cơ sở là lưới của mô hình SRTM1 để đảm bảo độ cao nội suy đạt độ chính xác cao hơn.

- Tính chuyển toàn bộ dữ liệu mô hình DEM tỷ lệ 1/25.000 về hệ tọa độ WGS84 quốc tế theo các tham số chuyển đổi được Bộ TN&MT công bố [5].

- Tính chuyển độ cao tại đỉnh các ô lưới của mô hình SRTM1 tương ứng với mặt geoid toàn cầu EGM96 trong hệ không phụ thuộc triều về hệ độ cao Hòn Dấu trong hệ triều trung bình theo công thức [7]:

$$\left(H_{SRTM}^{\gamma}\right)_m = \left(H_{SRTM}^{\gamma}\right)_n - 0.979 + \delta H_{n-m}^{\gamma} \quad (1)$$

trong đó:

- * δH_{n-m}^{γ} là số cải chính chuyển giá trị $\left(H_{SRTM}^{\gamma}\right)_n$ từ hệ không phụ thuộc triều về hệ triều trung bình và được xác định theo công thức:

$$\delta\text{MDT}_{n-m} = -0.066 + 0.187 \sin^2 B \quad (2)$$

với B là vĩ độ trắc địa của đỉnh ô lưới tương ứng với ellipsoid WGS84 quốc tế;

- Sử dụng tọa độ tại đỉnh các ô lưới của mô hình SRTM1 và mô hình số độ cao tỷ lệ 1/25000 để nội suy giá trị độ cao $(H_{ns}^Y)_m$.

- Tính số hiệu chỉnh giữa 2 dãy độ cao theo mô hình DEM 25K và DEM SRTM1 theo công thức:

$$d_i = \left(H_{ns}^Y \right)_m - \left(H_{SRTM}^Y \right)_m \quad (3)$$

d. Đánh giá độ chính xác

Độ chính xác hiệu độ cao nội suy và độ cao tại đỉnh các ô lưới của mô hình SRTM1 được thực hiện theo phương pháp hiệu chỉnh toán học các trị đo kép độc lập cùng độ chính xác.

* Kiểm tra sai số thô: Mô hình số độ cao tỷ lệ 1/25000 có sai số trung phương độ cao là 5m [4]. Sai số giới hạn được lấy bằng 2,5 lần sai số trung phương (bằng 12,5m). Đối với các hiệu chênh độ cao lớn hơn sai số giới hạn sẽ được ghi riêng thành một tệp.

* Kiểm tra sai số hệ thống: Nếu $A = \left| \sum_{i=1}^n d_i \right| > 0,25B = 0,25 \sum_{i=1}^n |d_i|$ thì trong hai dãy trị đo có chứa sai số hệ thống. Tiến hành hiệu chỉnh sai số hệ thống và đánh giá độ chính xác theo công thức:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i)^2}{2 \cdot (n-1)}}, \quad (4)$$

Trường hợp

$A = \left| \sum_{i=1}^n d_i \right| < 0,25B = 0,25 \sum_{i=1}^n |d_i|$ thì trong

hai dãy trị đo không chứa sai số hệ thống và độ chính xác được đánh giá theo công thức:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i)^2}{2 \cdot n}}, \quad (5)$$

3. Tính toán thực nghiệm

a. Khái quát khu vực thực nghiệm

* Lựa chọn khu vực tính toán thực nghiệm: Khu vực thực nghiệm được lựa chọn phải có nhiều dạng địa hình, nhiều loại thực phủ để đánh giá tổng quát về độ chính xác của mô hình số độ cao SRTM1. Đáp ứng được tiêu chí này là khu vực Miền Trung gồm các tỉnh Bình Định, Phú Yên, Gia Lai, Đắk Lắk, Khánh Hòa, Đắk Nông, Lâm Đồng.

Phạm vi thực nghiệm: Vĩ độ (từ 11° 59' 53" đến 13° 59' 53"); Kinh độ (từ 106° 44' 22" đến 109° 13' 42") với diện tích 38543 km².

- Địa hình: Địa hình phân hóa chuyển từ thấp đến cao theo hướng từ Tây sang Đông, từ Bắc xuống Nam. Đồng bằng chủ yếu tập trung ở phía Tây, khu vực núi cao chủ yếu tập trung ở Phía Nam.

+ Phía Tây giáp Campuchia là khu vực đồng bằng diện tích khoảng 4.000 km², độ cao trung bình 160m. Khu vực trung tâm có diện tích khoảng 12.500 km² với độ cao trung bình khoảng 600 m, trong đó khu vực thuộc tỉnh Đắk Lắk có độ chênh cao không lớn.

+ Khu vực núi cao tập trung ở Phía Nam, phía Bắc và kéo dài sang phía Đông, diện tích khoảng 22.000 km². Khu vực cao nhất thuộc giáp ranh giữa tỉnh Đắk Lắk và Lâm Đồng với đỉnh Chu Yang Sing có độ cao vào khoảng hơn 2000m.

+ Địa hình phía Đông phân hóa, chia cắt mạnh. Địa hình núi cao xen lẫn đồng bằng ven biển kéo dài ra Biển Đông tập trung ở các tỉnh Bình Định, Phú Yên, Nha Trang. Hướng núi chính là hướng Tây Bắc – Đông Nam.

+ Khu vực giáp Biển Đông, tập trung nhiều đảo và bán đảo có kích thước khác nhau, đại diện là các đảo Cù Lao Xanh, Hòn Ong, Hòn Lớn và một số đảo nhỏ khác.

- Thủy văn: Hệ thống thủy văn có hai sông chính là sông Đăk Kroong và sông Ea pa theo hướng Tây Bắc – Đông Nam. Một số mặt hồ lớn nằm rải rác trên khu vực: Hồ Thác Mơ 92 km²,

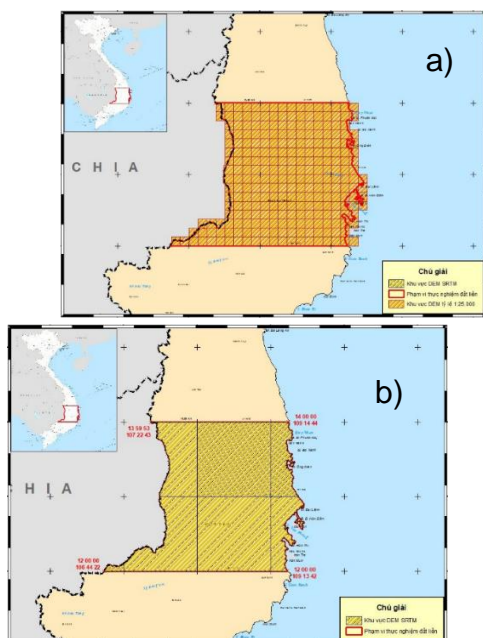
Hồ Seerrepok 16 km², còn lại là các hồ chứa nước khác có diện tích nhỏ.

- Thực phủ: Khu vực nghiên cứu có thực phủ dày đặc, phần lớn diện tích được che phủ bởi rừng cây tự nhiên và cây mọc chưa thành rừng (chiếm 90 % diện tích).

b) Dữ liệu:

+ Dữ liệu DEM tỷ lệ 1/25.000: Trên khu vực thực nghiệm có 257 mảnh DEM tỷ lệ 1/25.000 (hình 1a).

+ Dữ liệu DEM SRTM1: Trên khu vực thực nghiệm có 7 mảnh DEM SRTM1 (hình 1b). Số lượng đỉnh các ô lưới trên khu vực thực nghiệm là 40106889 đỉnh.



Hình 1. Sơ đồ bảng chấp DEM trên khu vực thực nghiệm:

a) Sơ đồ bảng chấp DEM tỷ lệ 1/25000;

Bảng 1. Kết quả đánh giá độ chính xác độ chênh giữa mô hình SRTM1 và mô hình số độ cao tỷ lệ 1/25000 trên khu vực thực nghiệm

STT	B	L	$(H_{SRTM1}^{\delta})_{n}^{EGM96}$	$(H_{SRTM1}^{\delta})_{m}^{HD}$	$(H_{25000}^{\gamma})_{m}$	đi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (6) - (5)
1	13.985	107.605	267.33	266.48	270.45	3.96
2	13.984	107.605	265.00	264.15	269.37	5.23
3	13.984	107.605	262.44	261.58	268.23	6.65

b) Sơ đồ bảng chấp DEM SRTM1.

c. Tính toán thực nghiệm

Tiến hành tính toán thực nghiệm theo phương pháp đã được triển khai trong mục 2 để đánh giá độ chính xác của mô hình SRTM1. Do nguồn dữ liệu đầu vào rất lớn nên sử dụng phương pháp dữ liệu lớn (bigdata) để lưu trữ, đọc và phân tích dữ liệu. Nền tảng sử dụng là Apache Hadoop. Ngôn ngữ lập trình là Java.

d. Đánh giá độ chính xác

* Kiểm tra sai số thô. Kết quả tính toán phát hiện được 3504628 hiệu độ chênh lớn hơn 12,5m (chiếm 8,74%). Các đỉnh có chứa sai số thô chủ yếu tập trung ở các khu vực địa hình phức tạp, độ dốc lớn và các khu vực rừng rậm,... Tuy nhiên, sai số thô phân bố rất không đồng đều trên toàn bộ khu vực thực nghiệm. Hình 2 biểu thị các điểm có chứa sai số thô được trích trong một tệp dữ liệu SRTM1.



Hình 2. Phân bố các điểm có chứa sai số thô

* Đánh giá độ chính xác: Sau khi loại bỏ các đỉnh ô lưới có chứa sai số thô, tiến hành đánh giá độ chính xác. Xem độ cao tại đỉnh các ô lưới của mô hình SRTM1 và độ cao nội suy là hai dãy trị đo độc lập cùng độ chính xác và đánh giá độ chính xác:

Nghiên cứu

4	13.984	107.605	262.84	261.98	266.96	4.98
5	13.984	107.605	263.80	262.95	265.37	2.43
6	13.983	107.605	262.98	262.12	263.96	1.84
7	13.983	107.605	259.75	258.90	262.10	3.21
8	13.983	107.605	254.64	253.79	260.10	6.31
9	13.982	107.605	252.22	251.36	258.10	6.74
.....
10000001	13.522	107.848	235.12	234.21	227.92	-6.29
10000002	13.522	107.848	234.29	233.38	228.27	-5.10
10000003	13.522	107.848	232.69	231.78	228.58	-3.19
10000004	13.522	107.848	234.15	233.24	229.24	-4.00
10000005	13.521	107.848	238.21	237.30	229.61	-7.69
.....
20000001	12.950	107.945	294.21	293.20	290.28	-2.91
20000002	12.949	107.945	294.40	293.38	290.28	-3.10
20000003	12.949	107.945	293.21	292.19	290.28	-1.91
20000004	12.949	107.945	292.12	291.10	290.66	-0.44
20000005	12.948	107.945	292.66	291.64	291.53	-0.12
.....
30000001	12.341	108.150	441.68	440.64	438.23	-2.42
30000002	12.341	108.150	443.32	442.29	439.98	-2.31
30000003	12.341	108.150	444.20	443.17	442.54	-0.63
30000004	12.340	108.150	445.63	444.59	443.64	-0.95
30000005	12.340	108.150	446.59	445.55	443.86	-1.70
.....
36602253	12.040	108.824	376.19	375.20	371.79	-3.41
36602254	12.040	108.824	370.53	369.53	367.60	-1.93
36602255	12.039	108.824	358.74	357.74	361.05	3.31
36602256	12.039	108.824	349.19	348.20	354.34	6.14
36602257	12.039	108.824	340.34	339.34	345.83	6.49
36602258	12.039	108.824	332.62	331.63	337.26	5.63
36602259	12.038	108.824	327.25	326.25	331.43	5.18
36602260	12.038	108.824	325.42	324.42	326.87	2.45
36602261	12.038	108.824	322.09	321.10	323.46	2.36
					Σ =	4063879.61

Kết quả kiểm tra sai số hệ thống trong hai dãy trị đo ở trên không chứa sai số hệ thống và độ chính xác được đánh giá theo công thức:

$$A = \sum_{i=1}^{36602261} d_i = 4063879.61 \text{ m,}$$

$$B = \sum_{i=1}^{36602261} |d_i^{tb}| = 99027856.79 \text{ m. Do}$$

$$|A| = 4063879.61 > 0.25.B = 24756964.20, \text{ nên}$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon\varepsilon]}{2n}} = \pm \sqrt{\frac{762317412.78}{2.36602261}} = \pm 3.227 \text{ m}$$

Từ các chỉ tiêu sai số nhận được về sai số thô, sai số hệ thống và độ lệch trung phương giữa mô hình số độ cao toàn cầu SRTM1 và mô hình số độ cao tỷ lệ 1/25.000 trên khu vực thực nghiệm, ta thấy rằng hoàn toàn có thể sử dụng dữ liệu được khai thác từ mô hình SRTM1 cho một số nhiệm vụ của ngành Đo đạc và Bản đồ.

3. Kết luận

Trên cơ sở kết quả đánh giá độ chính xác của mô hình số độ cao toàn cầu SRTM1 dựa trên mô hình số độ cao tỷ lệ 1/25.000 trên lãnh thổ Việt Nam ta thấy rằng, mô hình SRTM1 rất phù hợp với địa hình lãnh thổ Việt Nam và hoàn toàn có thể sử dụng cho các nhiệm vụ chuyên ngành. Tuy nhiên, mô hình SRTM1 chứa một lượng lớn sai số thô và có cả sai số hệ thống. Vì vậy khi sử dụng mô hình SRTM1, cần phải tìm phương án phù hợp để loại bỏ và làm giảm ảnh hưởng các nguồn sai số này.

Phương pháp được trình bày tuy đơn giản về thuật toán nhưng rất khó khăn trong việc lựa chọn công nghệ xử lý do nguồn dữ liệu rất lớn. Cần phải có sự phối hợp giữa các chuyên gia tin học và chuyên ngành để nâng cao hiệu quả xử lý dữ liệu. ○

Tài liệu tham khảo

[1]. Bùi Thị Hồng Thắm, 2015. Đánh giá độ chính xác của mô hình số độ cao toàn cầu trên lãnh thổ Việt Nam. Kỷ yếu Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc 2015. Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

[2]. Hà Minh Hòa, 2017. Đánh giá khả năng sử dụng mô hình số độ cao toàn cầu độ phân giải 1" x 1" trong việc tính toán các số hiệu chỉnh bề mặt đất ở các khu vực rừng núi Việt Nam. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 33, tháng 9/2017.

[3]. Nguyễn Trọng Thành và nnk, 2019. Đánh giá độ chính xác mô hình số độ cao toàn cầu SRTM trên lãnh thổ Việt Nam. Kỷ yếu Hội nghị Nghiên cứu cơ bản trong “Khoa học Trái đất và Môi trường”, TP HCM 11/2019, tr. 222-225;

[4]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2015. Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 10000, 1: 25000 và 1: 50000 bằng công nghệ ảnh số, ban hành kèm theo Quyết định số 15/2005/QĐ-BTNMT ngày 13/12/2005 của Bộ TN&MT.

[5]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007. Quyết định về sử dụng hệ thống tham số tính chuyển giữa hệ tọa độ quốc tế wgs-84 và hệ tọa độ quốc gia vn-2000, ban hành kèm theo Quyết định số 05/2007/QĐ-BTNMT ngày 27/02/2007 của Bộ TN&MT.

[6]. Denker, H., 2004. Evaluation of SRTM and GTOPO30 Terrain Data in Germany. In: C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (eds.): Gravity, Geoid and Space Missions GGSM 2004, IAG International Symposium, Porto, Portugal, August 30 –September 3, 2004, International Association of Geodesy Symposium, Vol. 129, pp. 218 – 223.

[7]. Ha Minh Hoa, 2013. Estimating the geopotential value W_0 of the local geoid based on data from local and global normal heights of GPS/leveling points in Vietnam. Geodesy and Cartography. 2013 Volume 39(3): 99–105, doi:10.3846/20296991.2013.823705;

[8]. Pavlis N.K., Factor J.K. and Holmes S.A., 2007. Terrain - related Gravimetric Quantities Computed for the Next EGM. Proceedings of the 1st International Symposium of the International Gravity Field Service (IGFS), Istanbul, pp. 318-323.

[9]. Smith, B., and D. Sandwell, 2003. Accuracy and Resolution of Shuttle Radar Topography Mission Data. Geophysical Research Letters, Vol. 30, No.9, 1467, doi: 10.1029/2002GL016643.

(Xem tiếp trang 64)