

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

BÁO CÁO HỌC THUẬT
HỌC KỲ 2
Năm học 2024-2025

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ THÔNG SỐ MIÊU TẢ ĐỊA
HÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP LẤY MẪU NHẪM MÔ
HÌNH HÓA ĐỊA HÌNH KỸ THUẬT SỐ**

GIẢNG VIÊN: TS. NGUYỄN THỊ THU HƯƠNG

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

HÀ NỘI - 07/2025

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH HÓA ĐỊA HÌNH	3
1.1 Mô hình hóa là gì?.....	3
1.2 Mô hình hóa địa hình là gì?.....	3
CHƯƠNG 2: MỘT SỐ THÔNG SỐ MIÊU TẢ ĐỊA HÌNH VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP LẤY MẪU	4
2.1 Độ dốc, độ nổi, và chiều dài bước cong	4
2.2 Véc tơ độ lồi lõm địa hình với mục tiêu mô hình hóa bề mặt địa hình	4
2.3 Ước lượng độ dốc, hướng dốc của bề mặt ở định dạng raster	5
2.4. Phương pháp lấy mẫu trong công tác thu thập dữ liệu	6
2.4.1 Lấy mẫu chọn lọc.....	6
2.4.2 Lấy mẫu với một chiều cố định.....	6
2.4.3 Lấy mẫu với hai chiều cố định.....	6
CHƯƠNG 3: THỰC NGHIỆM MÔ HÌNH HÓA ĐỊA HÌNH KỸ THUẬT SỐ..	8
3.1. Giới thiệu chung về mô hình hóa địa hình bằng mô hình số độ cao (DEM)	8
3.2. Thực nghiệm mô hình hóa địa hình bằng mô hình DEM	8
KẾT LUẬN	11
TÀI LIỆU THAM KHẢO	12

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH HÓA ĐỊA HÌNH

1.1 Mô hình hóa là gì?

Tầm quan trọng của mô hình hóa đã được lĩnh hội một cách thấu đáo trong hầu như tất cả các ngành khoa học kỹ thuật từ nhiều thế kỷ nay. Bất kỳ ở đâu, khi muốn xây dựng một vật thể nào đó, đầu tiên người ta đã tạo nên các bản vẽ để quyết định cả ngoại hình lẫn phương thức hoạt động của nó. Mô hình nhìn chung là một cách mô tả của một vật thể nào đó trong một số giai đoạn nhất định, có thể là giai đoạn thiết kế hay giai đoạn xây dựng hoặc chỉ là một bản kế hoạch. Một mô hình cũng có thể được xây dựng trong nhiều giai đoạn và ở mỗi giai đoạn, mô hình sẽ được bổ sung thêm một số chi tiết nhất định.

Mô hình hóa một hệ thống nhằm mục đích: Hình dung một hệ thống theo thực tế hay theo mong muốn của chúng ta, chỉ rõ cấu trúc hoặc ứng xử của hệ thống, tạo một khuôn mẫu hướng dẫn nhà phát triển trong suốt quá trình xây dựng hệ thống, ghi lại các quyết định của nhà phát triển để sử dụng sau này.

1.2 Mô hình hóa địa hình là gì?

Ban đầu, mô hình địa hình là mô hình vật lý, được làm từ cao su, nhựa, đất sét, cát, v.v. Với sự phát triển của các kỹ thuật toán học và công nghệ thông tin, khái niệm đầu tiên về mô hình số địa hình (DTM) đã được Miller và Laflamme đưa ra vào năm 1958 (Miller và Laflamme, 1958). Họ định nghĩa DTM như sau: DTM đơn giản là một mô hình biểu diễn thống kê bề mặt liên tục của mặt đất bằng số lượng lớn các điểm được chọn đã biết tọa độ X, Y, Z trong một hệ tọa độ nào đó.

Quá trình xây dựng bề mặt DTM được gọi là mô hình hóa địa hình. Quá trình này là một quá trình mô hình hóa toán học. Trong quá trình đó, các điểm được lấy mẫu từ địa hình được mô hình hóa với độ chính xác, mật độ, sự phân bố nhất định; bề mặt địa hình sau đó được biểu diễn bởi các điểm đã lấy mẫu đó. Nếu những thuộc tính theo vị trí trên bề mặt cần được thu thập hơn là những điểm lấy mẫu, thì việc nội suy sẽ được áp dụng bằng cách tạo bề mặt DTM từ các điểm đã lấy mẫu. Các thuộc tính khác có thể là giá trị chiều cao, độ dốc, hướng dốc, vv.

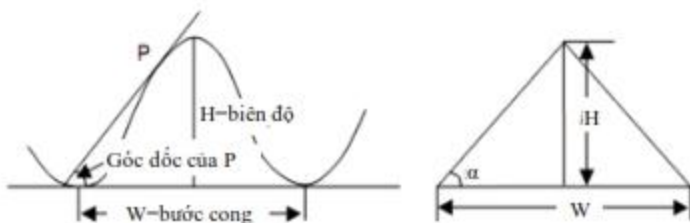
CHƯƠNG 2: MỘT SỐ THÔNG SỐ MIÊU TẢ ĐỊA HÌNH VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP LẤY MẪU

2.1 Độ dốc, độ nổi, và chiều dài bước cong

Độ nổi, bước cong và độ dốc là các tham số thể hiện độ lồi lõm địa hình. Độ nổi được sử dụng để mô tả chiều thẳng đứng, trong khi các thuật ngữ như thớ (grain) và vân (texture) được sử dụng để mô tả sự biến đổi theo hướng ngang. Các thông số theo hai chiều này được kết nối bởi độ dốc. Mỗi quan hệ giữa chúng có thể được minh họa trong hình 2.1. Có thể dễ dàng thấy rằng góc độ dốc tại một điểm trên bề mặt cong thay đổi theo vị trí. Các phương trình toán học sau đây có thể được sử dụng như là một công thức gần đúng thể hiện các mối quan hệ của chúng:

$$\tan \alpha = \frac{H}{W/2} = \frac{2H}{W} \quad (0.1)$$

α là trị trung bình của góc dốc, H là giá trị độ nổi cục bộ (hoặc biên độ), W là chiều dài bước cong.



Hình 0.1. Mối liên hệ giữa độ dốc, bước cong, và độ nổi địa hình

2.2 Véc tơ độ lồi lõm địa hình với mục tiêu mô hình hóa bề mặt địa hình

Các thuộc tính độ cao, độ dốc, hướng dốc, mặt cắt ngang, mặt cắt dọc là những yếu tố chính được sử dụng để mô tả bề mặt địa hình. Trong số đó, độ dốc và hướng dốc, là hai thuộc tính cơ bản.

Độ dốc của bề mặt địa hình (S): đơn giản là lượng tăng về độ cao theo một hướng nhất định, thường là hướng tăng lớn nhất, tức là đường dốc lên hoặc xuống bề mặt.

Độ dốc của một bề mặt giải tích có phương trình hàm số $z=F(x,y)$ được tính theo công thức:

$$S = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2} \quad (0.2)$$

Hướng dốc (Aspect): được định nghĩa là góc định hướng của vector độ dốc và là hướng của độ dốc lớn nhất của bề mặt tại một điểm nhất định. Aspect được tính từ đạo hàm riêng: $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}$

Hướng dốc được tính bằng độ và tính từ hướng bắc (một số trường hợp có thể tính từ hướng đông), tức là phương vị theo độ:

$$A = 270 - \frac{360}{2\pi} \tan^{-1} \left(\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y} \right) \quad (0.3)$$

2.3 Ước lượng độ dốc, hướng dốc của bề mặt ở định dạng raster

Độ dốc của một pixel trên một bề mặt ở dạng raster là độ dốc lớn nhất của bề mặt được xác định bởi pixel đó và 8 pixel xung quanh nó.

Hướng dốc của một pixel trên một bề mặt ở dạng raster là hướng dốc xuống lớn nhất của mặt phẳng được xác định bởi pixel đó và 8 pixel xung quanh nó.

Giả sử cần tính độ dốc và hướng dốc tại pixel e (như hình dưới) trên một bề mặt raster có độ kích thước pixel là r. Cùng với 8 pixel xung quanh nó (hình), ta có thể tính được độ dốc tại pixel e theo các công thức sau (Burrough và McDonell, 1998):

Độ biến đổi độ cao theo hướng x:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{(c+2f+i)-(a+2d+g)}{8 \cdot r} \quad (0.4)$$

Độ biến đổi độ cao theo hướng y:

$$\frac{dz}{dy} = \frac{(g+2h+i)-(a+2b+c)}{8 \cdot r} \quad (0.5)$$

Độ dốc:

$$s = \frac{360}{2\pi} \cdot \tan^{-1} \left(\sqrt{\left(\frac{dz}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dz}{dy} \right)^2} \right) \quad (0.6)$$

Hướng dốc:

$$A = \frac{360}{2\pi} \cdot \text{atan2} \left(\left[\frac{dz}{dy} \right], - \left[\frac{dz}{dx} \right] \right) \quad (0.7)$$

a	b	c
d	e	f
g	h	i

Hình 0.2. Cửa sổ kích thước 3x3 pixels với pixel trung tâm cần tính độ dốc và hướng dốc

2.4. Phương pháp lấy mẫu trong công tác thu thập dữ liệu

2.4.1 Lấy mẫu chọn lọc

Phương pháp lấy mẫu chọn lọc bắt chước công tác đo đạc thực địa. Tức là, tất cả các điểm rất quan trọng được lựa chọn, do đó đảm bảo dữ liệu bao quát khu vực một cách hợp lý. Ngoài ra, một số điểm khác cũng được lựa chọn để đảm bảo dữ liệu có mật độ phù hợp. Phương pháp này có ưu điểm nổi bật là chỉ cần một số lượng điểm nhỏ nhưng cũng có thể mô tả chính xác bề mặt địa hình.

2.4.2 Lấy mẫu với một chiều cố định

Trong phương pháp “đồng mức”, giá trị độ cao (chiều Z) là cố định khi đo một đường đồng mức. Mặt khác, nếu chiều cố định là X, sau đó lấy mẫu theo mặt YZ. Kết quả là một mặt cắt trên mặt phẳng YZ. Phương pháp này gọi là lấy mẫu “đồng mặt” (profiling). Tất nhiên, việc lấy mẫu “đồng mặt” có thể được tiến hành ở bất kỳ hướng nào ngoài các mặt phẳng XZ và YZ.

2.4.3 Lấy mẫu với hai chiều cố định

Trong phương pháp này có thể chia ra phương pháp lấy mẫu theo lưới ô vuông đều và lấy mẫu lũy tiến. Phương pháp lấy mẫu theo lưới ô vuông đều đảm bảo các điểm dữ liệu thu được trong dạng một lưới ô vuông đều. Điều này có thể đạt được bằng cách thiết lập các bước nhảy cố định trong cả hai hướng X và Y để tạo thành mặt phẳng lưới. Sau đó, tất cả các điểm trên các nút lưới được lấy mẫu.

Trong phương pháp này, quá trình lấy mẫu được thực hiện theo nhiều lưới ô vuông với khoảng cách giữa các mắt lưới thay đổi từ thưa tới dày, quá trình sẽ tiếp tục cho đến khi thỏa mãn được các yêu cầu đặt ra.

2.4.4 Lấy mẫu hỗn hợp

Phương pháp lấy mẫu hỗn hợp là để kết hợp phương pháp lấy mẫu lưới ô vuông với phương pháp lấy mẫu chọn lọc.

Phương pháp lấy mẫu hỗn hợp thứ hai là phương pháp kết hợp giữa lấy mẫu chọn lọc và lấy mẫu lũy tiến. Nó có thể giải quyết nhiều vấn đề gặp phải trong việc lấy mẫu theo lưới ô vuông và lấy mẫu lũy tiến.

CHƯƠNG 3: THỰC NGHIỆM MÔ HÌNH HÓA ĐỊA HÌNH KỸ THUẬT SỐ

3.1. Giới thiệu chung về mô hình hóa địa hình bằng mô hình số độ cao (DEM)

Hiện nay, DEM cũng 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 trong lĩnh vực quản lý tài nguyên thiên nhiên. Nhờ đó, các nhà quan sát sẽ được đưa ra cảnh báo giúp giảm thiểu rủi ro của các thảm họa ở mức độ tối đa, giúp cho công tác chuẩn bị ứng phó với thiên tai sẽ được chuẩn bị tốt hơn, các nỗ lực được định hướng nhiều hơn và phản ứng đối phó sẽ nhanh chóng hơn.

3.2. Thực nghiệm mô hình hóa địa hình bằng mô hình DEM

ASTER GDEM là sản phẩm bởi sự hợp tác giữa Bộ Kinh tế, Thương mại, công nghiệp Nhật Bản và Cơ quan hàng không, vũ trụ Hoa Kỳ được phát triển lần thứ 2 vào năm 2011. ASTER GDEM sử dụng một thuật toán tiên tiến để cải thiện mô hình toàn cầu số độ cao, tăng độ phân giải và độ chính xác theo chiều ngang và chiều dọc của thiết bị quan sát cung cấp dữ liệu mô hình số độ cao (DEM) cho người dùng trên toàn thế giới

Việc nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu địa hình đất dốc, phân tầng độ cao địa hình bao gồm bản đồ độ dốc, bản đồ địa hình độ cao và dữ liệu thuộc tính từ nguồn dữ liệu độ cao toàn thế giới (ASTER GDEM) có ý nghĩa quan trọng trong xây dựng và quy hoạch phát triển nông lâm nghiệp, quy hoạch phát triển kinh tế xã hội. Kết quả nghiên cứu là nguồn dữ liệu đầu vào cần thiết khi đánh giá tiềm năng đất đai, xây dựng giải pháp và định hướng sử dụng đất, được áp dụng và được công bố trên nhiều tạp chí khoa học trong nước và hội thảo quốc tế.

1. Xác định vị trí vùng nghiên cứu và khai thác dữ liệu từ ASTER GDEM

Vị trí vùng nghiên cứu được xác định dựa vào ranh giới hành chính. Sử dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia Việt Nam VN2000 với kinh tuyến trục bản đồ 106030', E-líp-xô-ít quy chiếu WSG-84 với kích thước bán trục lớn là 6.378.137m, độ dẹt là 1/298, 257223563.

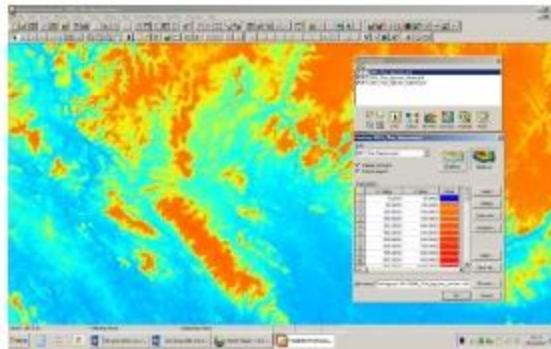
Dựa trên tọa độ ranh giới hành chính của khu vực nghiên cứu đã được xác định, sử dụng phần mềm Global Mapper với đề khai thác nguồn dữ liệu trực tuyến từ ASTER GDEM, kết quả thu được là dữ liệu DEM khu vực nghiên cứu với độ phân giải 30m/pixel.



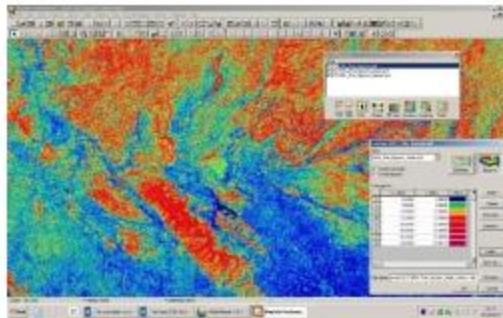
2.2.1. Mô hình số độ cao (DEM) khai thác từ ASTER GDEM

2. Phân cấp, xây dựng cơ sở dữ liệu độ dốc và phân tầng địa hình độ cao.

Từ dữ liệu DEM được khai thác, tiến hành phân cấp và nội suy độ dốc và độ cao địa hình theo TCVN, phân tích độ dốc, độ cao địa hình theo các đơn vị hành chính.

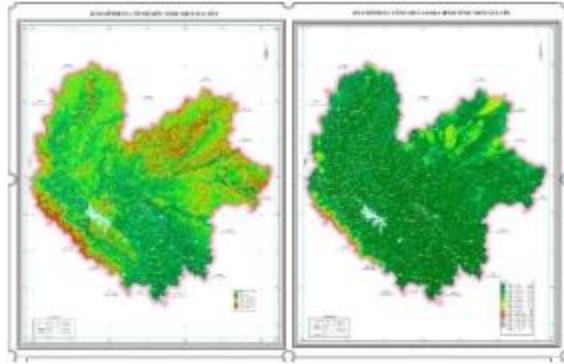


3.2.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu độ dốc và phân tầng độ cao



3.2.3. Xây dựng cơ sở dữ liệu độ dốc được phân cấp theo 8 cấp

3. Biên tập, hoàn thiện cơ sở dữ liệu và bản đồ độ dốc, bản đồ phân tầng độ cao địa hình



3.2.4. Biên tập, hoàn thiện Bản đồ độ dốc và Bản đồ phân tầng độ cao địa hình

Sau khi phân tích cơ sở dữ liệu độ dốc, dữ liệu phân tầng độ cao địa hình theo các đơn vị hành chính, theo hiện trạng sử dụng đất trên địa bàn nghiên cứu, tiến hành biên tập và hoàn thiện dữ liệu trên phần mềm Mapinfo.

KẾT LUẬN

Mô hình địa hình đã được ứng dụng trong rất nhiều ngành khác nhau như quân sự, xây dựng, nông nghiệp, hàng hải, và nhiều ngành khoa học trái đất khác. Ban đầu, mô hình địa hình được xây dựng bằng các vật liệu sẵn có như cát, nhựa, cao su, v.v.. Ngày nay, với sự phát triển của công nghệ máy tính mô hình địa hình được xây dựng dưới dạng kỹ thuật số, giúp khả năng biểu diễn địa hình dễ dàng và trực quan hơn.

Ngay từ khi ra đời, mô hình địa hình đã là một trong những mối quan tâm chính trong việc xử lý thông tin địa lý. Với những phát triển của công nghệ thành lập bản đồ, cùng với sự phát triển của kỹ thuật đồ họa máy tính. Các sản phẩm bản đồ 3D hay bản đồ động đang ngày càng trở nên phổ biến. Mô hình số địa hình, cùng với các thông tin (địa hình và phi địa hình) gắn liền với nó, có thể cung cấp nhiều thông tin hữu ích. Dựa vào nó chúng ta có thể phân tích, hiển thị các hiện tượng liên quan tới địa hình, chẳng hạn như mô phỏng ngập lụt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. CRIP), C. R. I. P. (2014). Introduction for Digital Elevation Models. *Caribbean Handbook on Risk Information Management*. Retrieved from <http://charim.net/datamanagement/32>
2. Ackermann, F. (1996). Techniques and strategies for DEM generation. *Digital photogrammetry: An addendum to the manual of photogrammetry*, 135-141.
3. Trương Thành Nam, Hoàng Văn Hùng, Vương Văn Huyền, Trần Văn Chính, và Trần Danh Thìn (2013), Nghiên cứu xây dựng bản đồ độ dốc phục vụ quy hoạch phát triển nông nghiệp huyện Định Hóa tỉnh Thái Nguyên, Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn, số 9, tr. 134.
4. Trương Thành Nam và Hà Anh Tuấn (2018), Kết quả nghiên cứu xây dựng Cơ sở dữ liệu đất dốc và Phân tầng độ cao địa hình tỉnh Thái Nguyên từ dữ liệu độ cao toàn cầu (ASTER GDEM), Tạp chí Khoa học & Công nghệ, số 189(13).
5. Tổng cục Địa chính (2001), Hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000, Thông tư số 973/2001/TT-TCĐC.
6. Masumoto, S, T. V. Anh, và V. Raghavan (2004). DEM generation form SAR Image-An Experiment in Kagoshima Region, South Japan.