

VÀI TÍNH CHẤT CỦA NHỮNG BÀI TOÁN PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN TRONG GIS

Trần Vĩnh Phước

Khoa Môi Trường, Trường Đại học Bách Khoa Tp.HCM

TÓM TẮT

Phân tích không gian là một chức năng quan trọng của GIS. Những thuật toán phân tích không gian được áp dụng trong từng lĩnh vực và từng bài toán cụ thể. Vì tính chất của các biến vào và những yêu cầu xử lý của người dùng, mỗi bài toán cụ thể phải sử dụng những thuật toán phân tích không gian khác nhau. Ở đây, những tính chất liên tục và bất liên tục trong miền không gian và miền thời gian của những biến vào của các bài toán phân tích được thảo luận để áp dụng và phát triển các thuật toán phân tích trong các hệ thống thông tin địa lý.

ABSTRACT

Spatial analysis is an important function of GIS. Algorithms of spatial analysis are applied for problems in various fields. According to input variables and requests of user, each problem uses different spatial algorithms. Here, the continuity in spatial and temporal domain of input variables is discussed to use and develop analysis algorithms in GIS.

1. GIỚI THIỆU

Khoa học thông tin địa lý (GIScience) là một khoa học sử dụng hệ thống thông tin địa lý như những công cụ để hiểu về thế giới thực bằng cách mô tả và giải thích các quan hệ của loài người với thế giới mà họ đang sống. Khoa học thông tin địa lý nhắm tới việc mô tả, phân tích, mô hình và dự báo theo không gian và thời gian thực. [2]

Về phương diện ứng dụng, các hệ thống thông tin địa lý là công cụ rất tốt để thực hiện các bài toán phân tích theo không gian và thời gian thực trong nhiều lĩnh vực khác nhau như tài nguyên thiên nhiên, môi trường, sử dụng đất, cơ sở hạ tầng kỹ thuật, kinh tế – xã hội. Các bài toán phân tích trong các lĩnh vực nói trên có những tính chất giống nhau và khác nhau.

Trong phạm vi bài này, những tính chất của bài toán phân tích không gian trong những lĩnh vực khác nhau được phân tích, phân loại để giúp cho việc nghiên cứu khoa học thông tin địa lý cũng như thiết kế và phát triển các hệ thống thông tin địa lý được hữu hiệu. Những tính chất của các bài toán được phân tích ở đây gồm các tính: liên tục trong không gian, liên tục trong miền thời gian và khả năng phân tích theo thời gian thực.

2. NHỮNG LĨNH VỰC ỨNG DỤNG PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN

Chức năng quan trọng của GIS là thực hiện các bài toán phân tích. Các bài toán phân tích trong GIS được thực hiện trong miền không gian và miền thời gian. Do đó, nhiều lĩnh vực khoa học và quản lý có thể sử dụng GIS để thực hiện những bài toán phân tích theo không gian trong phạm vi một ngành hoặc tích hợp nhiều ngành.

Về phương diện không gian, tính chất liên tục được khảo sát cho những bài toán phân tích trong các lĩnh vực khác nhau. Khảo sát tính liên tục của các lớp bài toán khác nhau giúp cho những nhà thiết kế tìm ra mô hình tốt nhất để quản lý dữ liệu và áp dụng những thuật toán thích hợp trong các bài toán phân tích, đồng thời đặt ra những yêu cầu mới cho những nhà khoa học nghiên cứu bổ sung các mô hình toán phân tích không gian.

Về biến thời gian của bài toán phân tích, ở đây tính chất liên tục được áp dụng cho những bài toán phân tích trong từng lĩnh vực khác nhau. Đối với những bài toán có biến liên tục hay không liên tục trong miền thời gian, tần suất biến đổi cũng được nghiên cứu phân cấp để áp dụng những thuật toán phân tích thích hợp.

2.1. Lĩnh vực tài nguyên thiên nhiên

Tùy theo loại, sự xuất hiện của tài nguyên có thể chỉ khu trú tại một số vùng giới hạn như tài nguyên khoáng sản, dầu mỏ,... hoặc có thể trải rộng ra những vùng không gian rộng lớn hơn như tài nguyên nước mặt, tài nguyên nước ngầm, tài nguyên rừng,... Những thông số liên quan đến tài nguyên như trữ lượng, chất lượng,... là những hàm theo không gian và thời gian.

Trong lĩnh vực tài nguyên, hầu hết các thông số liên quan đến tài nguyên không thay đổi trong khoảng thời gian xác định hoặc biến đổi rất chậm theo sự biến đổi của địa chất. Đối với một số thông số như trữ lượng có thể biến đổi liên tục trong khoảng thời gian xác định đối với những vùng mỏ đang khai thác.

2.2. Lĩnh vực môi trường

Trong lĩnh vực môi trường, những thuật toán phân tích vùng trên một lớp dữ liệu và những thuật toán phân tích vùng trên nhiều lớp dữ liệu rất thích hợp để giải các bài toán qui hoạch môi trường, giám sát diễn biến hoặc đánh giá tác động môi trường.

Môi trường là những vấn đề xảy ra trong không gian ở một qui mô rộng, nhưng nguồn dữ liệu đầu vào của các bài toán môi trường lại rời rạc về phương diện không gian và thời gian. Trong khi đó, những kết quả của những bài toán phân tích này phải cung cấp kết quả tại những vị trí hoặc thời điểm không trùng với vị trí và thời điểm của nguồn dữ liệu đầu vào. Do đó, tại đây những bài toán biến đổi điểm - điểm, điểm - đường, điểm - vùng được thực hiện để cung cấp đầu vào cho các bài toán phân tích.

Nhiều bài toán trong lĩnh vực môi trường đã và đang được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu, như những bài toán về qui hoạch môi trường, theo dõi diễn biến môi trường, lập những kịch bản đánh giá tác động môi trường và đặc biệt là những bài toán mô hình GIS phục vụ cho môi trường.

Các bài toán môi trường có các biến đầu vào là những hàm liên tục theo không gian. Nhiều khảo sát cho thấy rằng nồng độ chất thải, chất thải khí, chất thải lỏng lan tỏa liên tục trong không gian, nồng độ chất thải C_x là một hàm liên tục theo không gian $C_x = f(x,y,z)$. Miền không gian lan tỏa của chất thải không bị giới hạn hoặc chia cắt bởi địa giới hành chính của một đơn vị hành chính của một quốc gia hay biên giới giữa những quốc gia. Rất nhiều trường hợp, một quốc gia nào đó thải ra chất thải lan tỏa sang quốc gia khác hứng chịu.

Xét tại một vị trí nào đó, nồng độ chất thải sẽ thay đổi liên tục theo thời gian. Nói cách khác, nồng độ chất thải là một hàm liên tục theo thời gian có tần số biến đổi tùy theo hoạt động của nguồn thải. Những bài toán mô hình (modeling) trong không gian theo thời gian là một trong những lớp bài toán đang được nhiều nhà khoa học quan tâm.

2.3. Lĩnh vực quản lý sử dụng đất

Một trong những lĩnh vực gắn gũi với GIS là những bài toán quản lý sử dụng đất bao gồm mục đích sử dụng đất và quyền sử dụng đất. Sự gắn gũi này thể hiện bởi nhu cầu sử dụng

bản đồ trong công tác quản lý, qui hoạch sử dụng đất và xác định quyền sử dụng trên một lô hoặc thửa đất nào đó. Hệ thống thông tin địa lý GIS cung cấp dữ liệu liên quan đến mục đích sử dụng đất, quyền sử dụng đất của một khu vực, một lô, một thửa đất. Có thể nói hệ thống thông tin địa lý là công cụ hỗ trợ các hoạt động quản lý sử dụng đất.

Quản lý sử dụng đất được thực hiện theo từng quốc gia bởi những luật khác nhau. Trong mỗi quốc gia việc quản lý sử dụng đất được tổ chức theo từng đơn vị hành chính, từ cấp toàn quốc đến cấp hành chính thấp nhất của một quốc gia (ở Việt Nam, cấp hành chính thấp nhất là phường hoặc xã). Trong những quốc gia hoặc những vùng đô thị đang phát triển, thị trường đất đai thu hút nhiều người, đặc biệt là những nhà kinh doanh địa ốc quan tâm đến quyền sử dụng đất, những biến động trong việc chuyển đổi mục đích sử dụng, chuyển đổi người sử dụng là những biến động chính. Những biến đổi này thường xảy ra trong một không gian giới hạn như một khu phố, một vài phường / xã. Tại Tp. Hồ Chí Minh hoặc một số địa phương khác đã xảy ra nhiều biến động về sự chuyển nhượng quyền sử dụng đất tại một số khu vực ở những thời điểm nào đó rồi ngừng và được gọi là cơn sốt đất. Những biến động này không xảy ra liên tục trên không gian rộng, ngay cả hai thửa kề nhau cũng có những người sử dụng khác nhau, đơn giá khác nhau, có thể chức năng sử dụng khác nhau (một thửa là đất ở, một thửa là đất ruộng), v.v. . . Nói cách khác, về phương diện không gian, các biến trong các bài toán về sử dụng đất là những hàm bất liên tục trong không gian.

Trong miền thời gian, các biến trong các bài toán về sử dụng đất cũng là những hàm bất liên tục theo thời gian. Đối với biến mục đích sử dụng đất, tại mỗi thời điểm, mỗi lô hoặc thửa đất chỉ đồng nhất với một mục đích trong một tập hữu hạn các mục đích sử dụng đất. Mục đích sử dụng của một lô hoặc thửa đất có thể thay đổi từ mục đích này sang mục đích khác tại những thời điểm nhất định. Trong các bài toán quản lý đất đai, mục đích sử dụng đất là hàm rời rạc trong miền thời gian. Tương tự như vậy, quyền sử dụng đất hoặc quyền sở hữu nhà cũng là những hàm rời rạc trong miền thời gian. Trong nhiều khảo sát cho thấy ngay trên một lô hoặc thửa đất, có thể không xảy ra một sự thay đổi nào trong thời gian dài, hoặc có xảy ra sự thay đổi mục đích sử dụng đất, quyền sử dụng nhà, hoặc quyền sở hữu nhà chỉ một vài lần trong một năm. Trong miền thời gian, mục đích sử dụng đất, quyền sử dụng đất, quyền sở hữu nhà ở là những hàm rời rạc, có tần số biến đổi chậm, hoặc không thay đổi trong khoảng thời gian hữu hạn.

2.4. Lĩnh vực cơ sở hạ tầng kỹ thuật

Phân tích theo tuyến và phân tích trên một lớp là những thuật toán thích hợp với các bài toán thiết kế, qui hoạch, quản lý hệ thống hạ tầng kỹ thuật như hệ thống điện, hệ thống điện thoại, hệ thống cấp thoát nước, hệ thống giao thông hoặc các bài toán quản lý theo địa chỉ như quản lý nhà ở, đất ở, quản lý hộ khẩu, v.v. Lời giải tốt nhất cho việc thiết kế qui hoạch như xác định các vị trí trạm phân phối, vị trí các tuyến được phân phát,... sẽ được cung cấp khi sử dụng các thuật toán phân tích mạng trong các bài toán phân tích GIS. Ở đây, mô hình dữ liệu 3-D (theo nghĩa của GIS) được sử dụng để biểu diễn các đối tượng.

Trong lĩnh vực cơ sở hạ tầng kỹ thuật, các thông số liên quan đến phần vật lý của hệ thống đường, mạng điện, mạng điện thoại, mạng cấp nước, mạng thoát nước,... thường biến đổi chậm nhờ nâng cấp, cải tạo, thêm mới hoặc phá bỏ, v.v. . . Trong khi đó, những thông số kỹ thuật chuyên ngành như năng lượng, chất lượng truyền tải của hệ thống điện; chất lượng truyền tín hiệu, dữ liệu của hệ thống viễn thông; lưu lượng, chất lượng nước cấp; lưu lượng chất lượng nước thoát;... biến đổi theo thời gian thực. Do đó, tùy theo bài toán cần xử lý, các biến đầu vào được chọn thích hợp.

2.5. Lĩnh vực kinh tế – xã hội

Trong lĩnh vực kinh tế – xã hội, các bài toán phân tích GIS rất đa dạng và phức tạp. Trong đó, nhiều thuật toán mới được nghiên cứu để đáp ứng độ phức tạp ngày càng tăng do thực tiễn đặt ra.

Về phương diện không gian, mỗi đối tượng trong hoạt động kinh tế, xã hội đều được xác định nơi xảy ra và những đối tượng này luôn thay đổi vị trí. Có những loại đối tượng thay đổi vị trí một cách liên tục cũng có những loại đối tượng ít thay đổi vị trí, trong khi các sự kiện, hiện tượng thay đổi vị trí một cách bất liên tục. Về phương diện thời gian, mỗi đối tượng có thể thay đổi theo thời gian một cách liên tục hoặc bất liên tục, trong khi mỗi hiện tượng, sự kiện thay đổi bất liên tục theo thời gian.

Như vậy, các biến đầu vào của những bài toán phân tích kinh tế, xã hội là những hàm liên tục hoặc bất liên tục thay đổi theo không gian và thời gian thực và tùy từng loại đối tượng, sự kiện, hiện tượng có tần số thay đổi khác nhau.

3. KẾT LUẬN

Một trong những mục tiêu mà khoa học thông tin địa lý (GIScience) hướng đến là thực hiện các bài toán phân tích, mô phỏng và dự báo theo không gian và thời gian thực. Ở đây, những đặc điểm của các biến đầu vào các bài toán phân tích cho thấy những biến này là những hàm theo không gian và thời gian, chúng có thể là những hàm liên tục hoặc bất liên tục.

Với sự phân tích các biến đầu vào, những bài toán phân tích không gian có thể thực hiện trong thời gian thực. Tuy nhiên, do tính chất của các biến đầu vào, mức độ phức tạp của các bài toán sẽ khác nhau khi thực hiện trong không gian thực và miền thời gian thực.

Tính chất liên tục trong không gian trong phạm vi rộng và thay đổi theo thời gian thực của những biến vào các bài toán phân tích môi trường, đòi hỏi phải có những công nghệ đặc biệt để thu thập dữ liệu. Tuy nhiên, do không thể thiết kế một hệ thống thu thập dữ liệu theo không gian thực và thời gian thực, nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu các thuật toán biến đổi điểm – điểm, điểm – đường, điểm – vùng theo thời gian thực để mô hình hóa hiện trạng môi trường của một vùng không gian rộng tại một thời điểm xác định.

Trong thực tế, môi trường luôn luôn tác động trực tiếp đến đời sống con người bất kỳ vị trí nào và tại thời điểm nào. Do đó, sự phức tạp của các bài toán xử lý dữ liệu môi trường theo không gian và thời gian thực ngày càng tăng khi những đòi hỏi về môi trường ngày càng cấp thiết. Do đó, những nhà khoa học đã và đang tiếp tục nghiên cứu nhiều thuật toán nhanh để phân tích dữ liệu môi trường trong không gian rộng với dung lượng dữ liệu lớn. Sự phong phú về dữ liệu cũng như yêu cầu lời giải của các bài toán môi trường không những làm giàu các thuật toán phân tích không gian mà còn làm phong phú các kỹ thuật thu thập và lưu trữ dữ liệu theo không gian và thời gian thực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TRẦN VINH PHƯỚC. *GIS Một số vấn đề chọn lọc*, NXB Giáo dục, 2001.
- [2] KEITH C. CLARKE. *Getting Started with Geographic Information System*, Pentice Hall, 1999.