ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN ĐỂ TÍNH TRƯỜNG DỊ THƯỜNG TỪ KHU VỰC Ở VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Đặng Văn Liệt
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh
(Bài nhận ngày 9 tháng 5 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 14 tháng 7 năm 2005)

TÓM TẮT: *Theo một trongsố các phương pháp truyền thống, trường dị thường từ khu vực được biểu diễn bằng một đa thức bậc hai (hoặc bậc ba) theo tọa độ (x,y) (x: Đông –Tây, y: Nam - Bắc). Trong bài này chúng tôi sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn đặt cơ sở trên hàm dạng của một phần tử có tám điểm nút (tám giá trị đo) trên biên trong (K. Mallick và K.K. Sharma,1999) để tính trường dị thường từ khu vực cho vùng đồng bằng sông Cửu Long. Để tiện lợi, việc tính toán được thực hiện trong không gian tham chiếu và sau đó chuyển về không gian thực của bản đồ. Kết quả đạt được phù hợp với kết quả tính bằng phương pháp bình phương tối thiểu sử dụng đa thức bậc hai dùng 84x52 = 4368 giá trị đo.*

1- MỞ ĐẦU

Trường dị thường từ quan sát (ΔT) là chồng chập của trường dị thường từ địa phương (ΔT_l) – ứng với các đối tượng nằm gần mặt đất - và trường dị thường từ khu vực (ΔT_r) – ứng với các đối tượng nằm ở sâu:

$$\Delta T = \Delta T_l + \Delta T_r \qquad (1)$$

Tùy vào mục đích nghiên cứu, người ta hoặc sử dụng trường dị thường từ địa phương, hoặc sử dụng trường dị thường từ khu vực. Do đó, việc tách trường dị thường từ địa phương hoặc trường dị thường từ khu vực ra khỏi trường dị thường từ quan sát là bước tính đầu tiên của công tác giải đoán tài liệu từ. Các phương pháp truyền thống thông dụng liên quan đến việc tách trường dị thường bao gồm phương pháp đồ thị, phương pháp trung bình hoá (W.R. Griffin, 1949) [3], phương pháp bình phương tối thiểu dùng đa thức (E.M. Abdelrahman et al., 1985) và phương pháp phổ (P.S. Naidu, 1968) [3]. Các phương pháp này sử dụng mọi giá trị trên bản đồ quan sát.

K. Mallick và K.K. Sharma (1999, 2001) đã đưa ra phương pháp mới dùng phần tử hữu hạn hình chữ nhật và tám giá trị dị thường quan sát nằm trên biên trùng với tám nút của phần tử để tính dị thường khu vực.

Trong bài này, chúng tôi sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn của K. Mallick và K.K. Sharma để tính trường dị thường từ khu vực của vùng đồng bằng sông Cửu Long.

2- PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN ĐỂ TÍNH TRƯỜNG DỊ THƯỜNG TỪ KHU VỰC

Phương pháp phần tử hữu hạn do K. Mallick và K.K. Sharma (1999) đưa ra có thể tóm tắt như sau.

Giá trị của trường dị thường từ khu vực là nghiệm của bài toán biên tại bất cứ điểm nào trong phần tử – phần tử tuyến tính, bậc hai hay bậc ba – và bằng tổng có trọng lượng các giá trị ΔT_i tại các nút rời rạc nằm trên biên :

$$\Delta T_r = \sum_{i=1}^{n} N_i(x,y).\Delta T_i \qquad i = 1, 2, \ldots\ldots, n \qquad (2)$$

trong đó: ΔT_r là giá trị dị thường khu vực, $N_i(x,y)$ là các hàm dạng đóng vai trò như một thừa số trọng lượng, n là số nút trong một phần tử và ΔT_i là giá trị trường quan sát tiêu biểu cho trường dị thường khu vực nằm tại các nút trên biên của phần tử và chúng phải chọn nằm xa với các dị thường từ hiện diện trong vùng nghiên cứu.

Mallick và Sharma (1999) xem vùng nghiên cứu là một phần tử Xê-ren-di-bi-ti (Serendipity)- phần tử chỉ có các nút trên biên - hình chữ nhật có 8 nút trên biên xác định bởi tọa độ (x,y) của bản đồ và có tọa độ trung tâm là (x_c, y_c), độ dài của cạnh song song theo trục x là 2a, độ dài của cạnh song song theo trục y là 2b (K. Lewis and J.P. Ward, 1991).

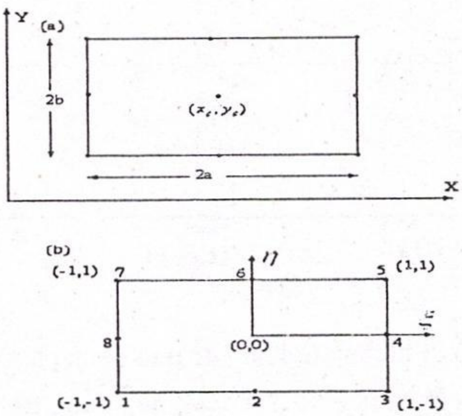
- Không gian tham chiếu và hàm dạng

Toạ độ của mỗi nút trên biên là (x_i, y_i) (i=1,2,...,8). Mối quan hệ giữa tọa độ thực (x,y) và tọa độ tự nhiên (ξ,η) (còn gọi là tọa độ tham chiếu) cho bởi công thức sau (Hình 1):

$$\xi = \frac{x - x_c}{a} \qquad \text{và} \qquad \eta = \frac{y - y_c}{b} \qquad (3)$$

với các hàm dạng cho bởi các công thức sau:

$$N_i(\xi,\eta) = (1+\xi\xi_i)(1+\eta\eta_i)(\xi\xi_i+\eta\eta_i-1)/4 \qquad i = 1, 3, 5, 7$$
$$N_i(\xi,\eta) = (1-\xi^2)(1+\eta\eta_i)/2 \qquad i = 2, 6 \qquad (4)$$
$$N_i(\xi,\eta) = (1+\xi\xi_i)(1-\eta^2)/2 \qquad i = 4, 8$$



Hình 1: Phần tử hình chữ nhật 8 nút ứng với tọa độ thực (x,y) và tọa độ tự nhiên (tham chiếu) (ξ,η).

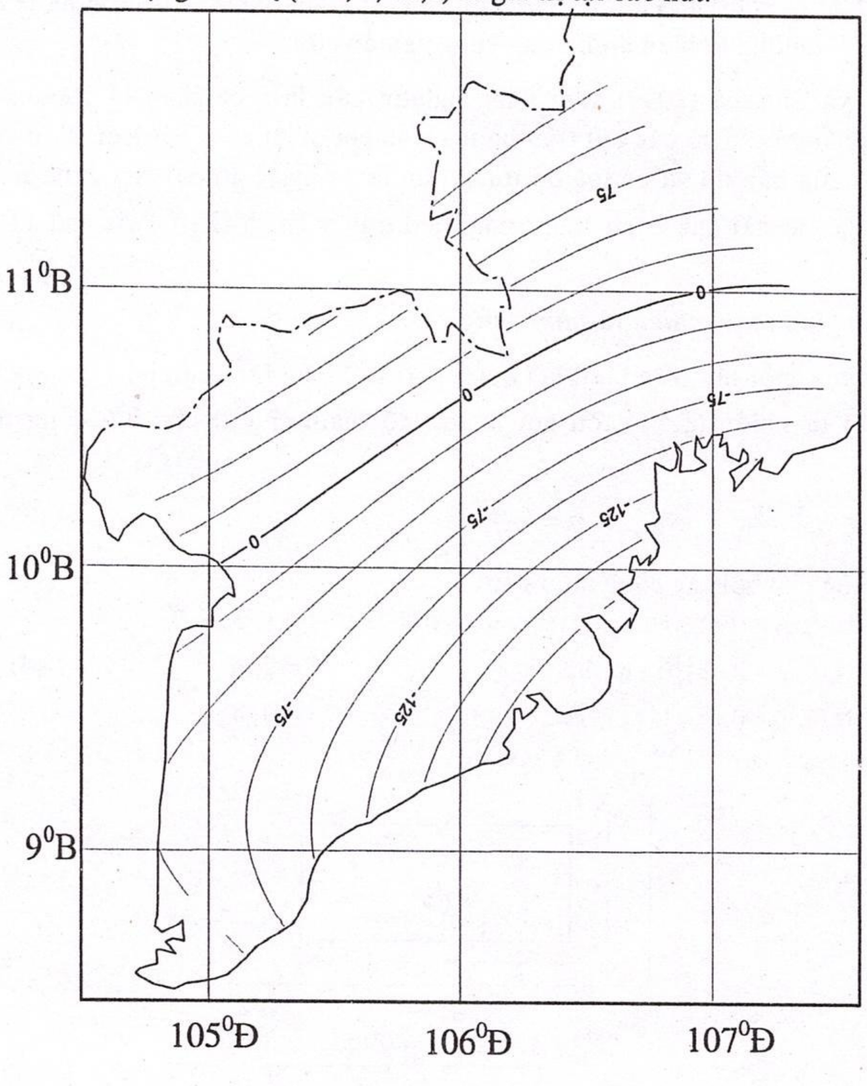
- Biến trường

Mọi biến trường – trường dị thường từ khu vực tại các điểm (ξ,η) trong không gian tham chiếu - có thể được biểu diễn bằng một đa thức; trong trường hợp phần tử hình chữ nhật có 8 nút, đa thức được chọn là đa thức bậc 2 (Nguyễn Quốc Bảo, Trần Nhất Dũng, 2003) :

$$\Delta T_r(\xi,\eta) = a_1 + a_2\xi + a_3\xi\eta + a_4\eta + a_5\xi^2 + a_6\xi^2\eta + a_7\xi\eta^2 + a_8\eta^2 \quad (5)$$

Đa thức nầy có thể viết dưới dạng tổ hợp tuyến tính giữa các hàm dạng và các giá trị dị thường quan sát tiêu biểu cho các giá trị dị thường từ khu vực tại các điểm nút của phần tử. $\Delta T_r = \sum_{i=1}^{8} N_i(x,y).\Delta T_i$ (6)

với N_i là các hàm dạng và ΔT_i (i =1, 2, …,8) là giá trị tại các nút.



Hình 2: Bản đồ dị thường từ khu vực tính bằng phương pháp PTHH (phần tử 8 nút). Các đường đẳng trị cách nhau 25 γ

Sau khi tính toán trường dị thường từ khu vực trong không gian tham chiếu, cần chuyển giá trị tính được sang tọa độ thực. Công thức chuyển tọa độ là:

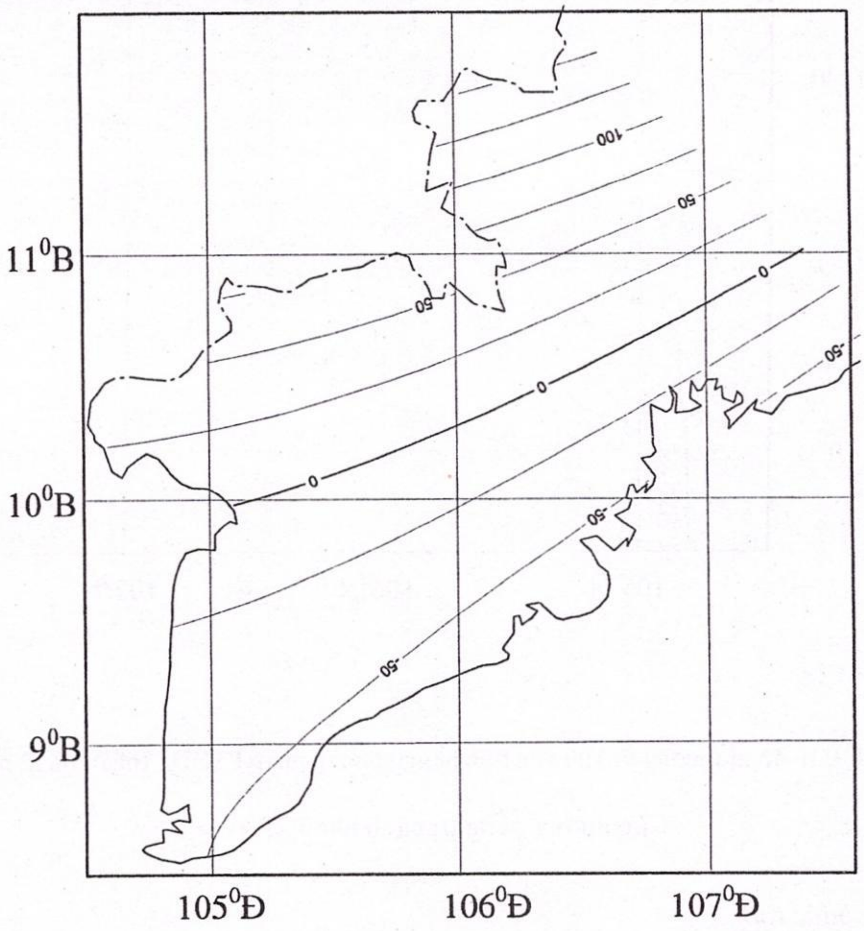
$$x(\xi,\eta) = \sum M_i(\xi,\eta)x_i, \quad (7)$$

$$y(\xi,\eta) = \sum M_i(\xi,\eta)y_i, \qquad i=1,2,...,8$$

trong đó, $M_i(\xi,\eta)$ là hàm dạng thường được chọn bằng với $N_i(\xi,\eta)$, x_i và y_i là tọa độ các nút trong không gian thực.

Độ chính xác của kỹ thuật trên phụ thuộc vào hai yếu tố chính: (a) chọn phần tử sao cho bao phủ hết vùng không gian khảo sát và (b) chọn vị trí các nút trên phần tử sao cho giá trị dị thường quan sát tại các điểm này xấp xỉ với giá trị của dị thường khu vực.

3- ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHẦN TỬ HỮU HẠN ĐỂ TÍNH TRƯỜNG DỊ THƯỜNG TỪ KHU VỰC Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

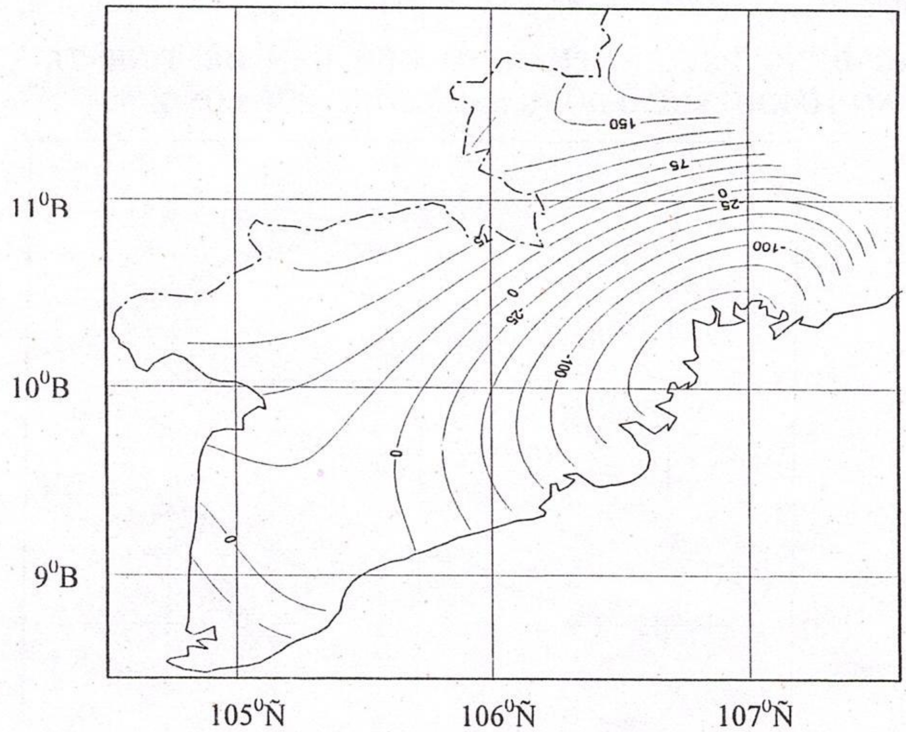


Hình 3: Bản đồ dị thường từ khu vực tính bằng phương pháp bình phương tối thiểu dùng đa thức bậc 2. Các đường đẳng trị cách nhau 25γ

Trong bài này, dữ kiện là bản đồ từ hàng không cường độ từ toàn phần niên đại 1985,0 được đưa về mạng ô vuông với kích thước 84x52, kích thước mạng dx = dy = 5km.

- Chọn phần tử

Để tính trường dị thường từ khu vực bằng phương pháp phần tử hữu hạn, tác giả xem vùng nghiên cứu là một phần tử hình chữ nhật bao phủ vùng đồng bằng sông Cửu Long có tọa độ tám điểm nút trên biên (theo mạng ô vuông 84x52) tính từ góc trái ở phía dưới đi ngược chiều kim đồng hồ lần lượt có toạ độ là (4,8); (23,8); (42,8); (42,41); (42,74); (23,74); (4,74); (4,41), tương ứng với các giá trị đo đạc là: 148,3; 93,3; -19,3; -46,7; -47,0; -187,0; -47,7; 53,7 (đơn vị γ).



Hình 4: Bản đồ dị thường từ khu vực tính bằng phương pháp PTHH (phần tử 12 nút).

Các đường đẳng trị cách nhau 25 γ

- *Các bước tính*

Các bước tính được thực hiện lần lượt như sau: (a) Chọn giá trị trường ΔT_i tại các điểm nút; (b) tính tọa độ tự nhiên (ξ,η) bằng công thức (3); (c) tính các hàm dạng $N_i(x,y)$ bằng công thức (4); (d) tính trường khu vực tại điểm nút của phần tử bằng công thức (6) và (e) đổi sang tọa độ thực (x,y) bằng công thức (7).

- *Kết quả*

Kết quả tính trường dị thường từ khu vực bằng phần tử 8 nút được trình bày trong Hình 2, gồm một dị thường âm ở phía Đông và một dị thường dương ở phía Tây, dáng vẽ gần giống với kết quả tính trường dị thường từ khu vực bằng phương pháp bình phương tối thiểu dùng đa thức bậc 2 (E.M. Abdelrahman et al., 1985) (Hình 3). Tuy nhiên, các đường đẳng trị ở phía Đông chịu ảnh hưởng phần nào các dị thường ven biển và dị thường Sóc Trăng nên các đường đẳng dị thường âm bị uốn cong về phía biển. Việc tương đồng này có thể giải thích là do hàm dạng của các phần tử hữu hạn 8 nút là một đa thức bậc 2 nên kết quả tính được bằng các phần tử này phù hợp với kết quả tính được bằng phương pháp bình phương tối thiểu dùng đa thức bậc 2.

4- KẾT LUẬN

Chúng tôi đã áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn của K. Mallick và K.K. Sharma (1999, 2001) đưa ra để tính trường từ khu vực cho vùng đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả tính toán phù hợp với trường từ khu vực tính bằng phương pháp bình phương tối thiểu dùng đa thức bậc 2. Kết quả này cho thấy có thể sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để tính trường từ khu vực cho những vùng khác ở nước ta nhờ các ưu điểm của phương pháp như chỉ sử dụng rất ít giá trị đo trên biên ở cách xa vùng dị thường (ở đây là 8 điểm đo) và không để ý tới độ dày của các lớp đất đá khác nhau ở dưới mặt đất, sự phân bố của độ từ cảm và địa hình của mặt móng. Tuy nhiên, các kiến thức về địa chất sẽ giúp cho việc chọn lựa kích thước, phương của phần tử và vị trí các nút được tốt.

Ngoài ra, chúng tôi cũng đã tính trường dị thường từ khu vực với phần tử Xê-ren-di-bi-ti (Serendipity) 12 nút và phần tử Lagrange 9 nút (có một nút ở tâm). Kết quả cho thấy phần tử 9 nút cho kết quả tương tự như kết quả tính với phần tử 8 nút vì hàm dạng của hai phần tử này đều là đa thức bậc hai. Kết quả tính với phần tử 12 nút (Hình 4) cho thấy trường từ khu vực chịu ảnh hưởng của trường từ địa phương nhiều hơn - ứng với trường từ khu vực ở nông hơn - nên trường từ khu vực bị uốn cong mạnh về phía biển từ Xuyên Mộc đến Sóc Trăng.

APPLICATION THE FINITE ELEMENT METHOD TO COMPUTE REGIONAL MAGNETIC ANOMALIES IN THE MEKONG DELTA

Dang Van Liet

University of Natural Sciences – Vietnam National University - HCM City

ABSTRACT: *According to a traditional method the regional magnetic anomaly may be represented by the quadratic polynomial (or cubic polynomial) in the (x,y) coordinate. In this paper we used the finite element analysis based on the element shape functions (K. Mallick và K.K. Sharma,1999) to compute the regional magnetic anomalies in the Mekong delta. In this technique, we used eight discrete magnetic values measured at eight nodes on the boundary of the rectangular element. The computation was implemented on a reference space then was translated into a real map space. The obtained results coincide with those of the method of least squares using quadratic polynomial with 4368 discrete magnetic values.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Quốc Bảo, Trần Nhất Dũng, *Phương pháp phần tử hữu hạn - lý thuyết và lập trình. T1*, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật, Hà Nội, 2003.

[2]. E. M. Abdelrahman, et al., *On the least-squares residual anomaly determination*, Geophysics, Vol. 50, 473-480, 1985.

[3]. M. B. Dobrin, *Introduction to Geophysical prospecting,* Mc Graw – Hill Book Co, NewYork, 1976.

[4]. K. Lewis and J.P. Ward, *The finite element method : principles and applications*, Addison – Wesley, U.K., 1991.

[5]. K. Mallick and K.K Sharma, *A finite element method for computation of the regional gravity anomaly*, Geophysics, Vol. 64, p.461 – 469, 1999.

[6]. K. Mallick and K.K Sharma, *Finite element concept to derive isostatic residual maps – Application to Gorda Plate in Sierra Nevada regions*, Indian Acad. Sci. Vol 110, p. 33 – 38, 2001.