ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI CHẬP EULER ĐỂ PHÂN TÍCH BẢN ĐỒ TỪ Ở NAM BỘ

Đặng Văn Liệt
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG-HCM
(Bài nhận ngày 20 tháng 10 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 26 tháng 12 năm 2005)

TÓM TẮT: *Hai phương pháp mới thông dụng để xác định vị trí và độ sâu trong việc phân tích tài liệu từ là phương pháp giải chập Euler và phương pháp giải tích tín hiệu. Trong đó, phương pháp Euler sử dụng giá trị gradien của cường độ từ toàn phần trong hệ toạ độ Descartes và các gradien này liên hệ với các nguồn khác nhau bởi một hàm số được viết dưới dạng chỉ số cấu trúc N. Ưu điểm của phương pháp là nó không bị ràng buộc bởi bất kỳ một ý tưởng định trước về địa chất.*
Trong bài báo này tác giả xây dựng chương trình phân tích tài liệu từ bằng phương pháp giải chập Euler và áp dụng nó để xác định các đứt gãy và các biên tiếp xúc của các cấu trúc địa chất ở Nam bộ.

1. MỞ ĐẦU

Trong công tác phân tích tài liệu từ, giai đoạn xác định độ sâu của dị vật rất quan trọng và thường khó khăn. Do đó, đã có nhiều nhiều phương pháp giải quyết vấn đề này. Peter (1949) [4] sử dụng độ dốc tiếp tuyến của đường cong đo; Werner (1953) [4] biểu diễn dị thường cường độ từ toàn phần đo là một hàm số của (x,z) để xác định z; Smith (1959) [4] sử dụng giá trị cực đại của đường cong và giá trị cực đại của đạo hàm bậc nhất và bậc hai; Spector và Grant (1970) [4] dùng độ dốc của đường cong mật độ phổ công suất; Nabighian(1972), Hsu (1996) [4] dùng tín hiệu giải tích và giải tích được nâng cao; Thomson (1982) và Ried et al. (1990) dùng phương pháp giải chập Euler.

Trong bài báo này chúng tôi xây dựng một chương trình tính phương pháp giải chập Euler (Ried et al.,1990) để xác định vị trí và độ sâu của dị vật bằng tài liệu từ và áp dụng chương trình này để phân tích tài liệu từ ở Nam bộ.

2. CHƯƠNG TRÌNH

2.1.Tóm tắt lý thuyết

Theo Thomson (1982), hệ thức thuần nhất Euler dùng để xác định vị trí và độ sâu của dị vật có dạng:

$$(x-x_0)\frac{\partial T}{\partial x} + (y-y_0)\frac{\partial T}{\partial y} + (x-x_0)\frac{\partial T}{\partial z} = N(B-T) \qquad (1)$$

trong đó, (x_0, y_0, z_0) là vị trí và độ sâu của dị vật gây ra trường từ toàn phần T đo được tại các điểm (x, y, z); B là giá trường từ khu vực; N là bậc của tính thuần nhất diễn tả bằng chỉ số cấu trúc, chỉ số này thay đổi liên tục từ 0 (vùng tiếp xúc) tới 3 (lưỡng cực) (Reid et al. , 1990; Phillips, 2002).

Để tính công thức (1) với các dữ liệu nằm trên mạng ô vuông, thực hiện các bước sau đây:

(a) Tính (hoặc đo) các giá trị gradien $\delta T/\delta x$, $\delta T/\delta y$, $\delta T/\delta z$.

(b) Tính giá trị dị thường khu vực B bằng cách xem B là một đa thức bậc hai theo (x, y); xác định các hệ số của đa thức này từ các giá trị T đo bằng phương pháp bình phương tối thiểu, rồi tính B trên mỗi nút của mạng.

(c) Chọn một cửa sổ vuông có kích thước từ (3x3) bước đo của mạng tới tối đa là 10x10; kích thước cửa sổ càng nhỏ khi dữ liệu có độ phân giải càng cao.

(d) Chọn một chỉ số cấu trúc; sau đó, sử dụng mọi điểm trong cửa sổ để xác định (x_0, y_0, z_0) bằng công thức (1) nhờ vào phương pháp bình phương tối thiểu.

(e) Dịch chuyển từng bước tâm cửa sổ cho tới khi cửa sổ phủ hết toàn thể mạng và chỉ giữ lại các giá trị (x_0, y_0, z_0) nằm trong vùng nghiên cứu.

Để thực hiện các bước trên, nếu không có giá trị đo gradien thì đạo hàm bậc nhất $\delta T/\delta x$, $\delta T/\delta y$ được tính bằng công thức Stirling năm điểm và $\delta T/\delta z$ được tính bằng công thức Kato (1965):

$$\frac{\partial T(0)}{\partial z} = \frac{1}{s}\left(2{,}723\,T(0) - 2{,}885\,\overline{T}(s) + 0{,}922\,\overline{T}(s\sqrt{2}) - 0{,}760\,\overline{T}(s\sqrt{5})\right) \qquad (2)$$

trong đó, T(0) là giá trị của trường quan sát tại điểm tính đạo hàm, $\overline{T}(s), \overline{T}(s\sqrt{2}), \overline{T}(s\sqrt{5})$ lần lượt là giá trị trung bình của trường quan sát trên các vòng tròn có bán kính s, $s\sqrt{2}$, $s\sqrt{5}$ với s là khoảng cách giữa các điểm trong mạng.

Trường từ khu vực B được biểu diễn bằng công thức:

$$B(x,y) = Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F \qquad (3)$$

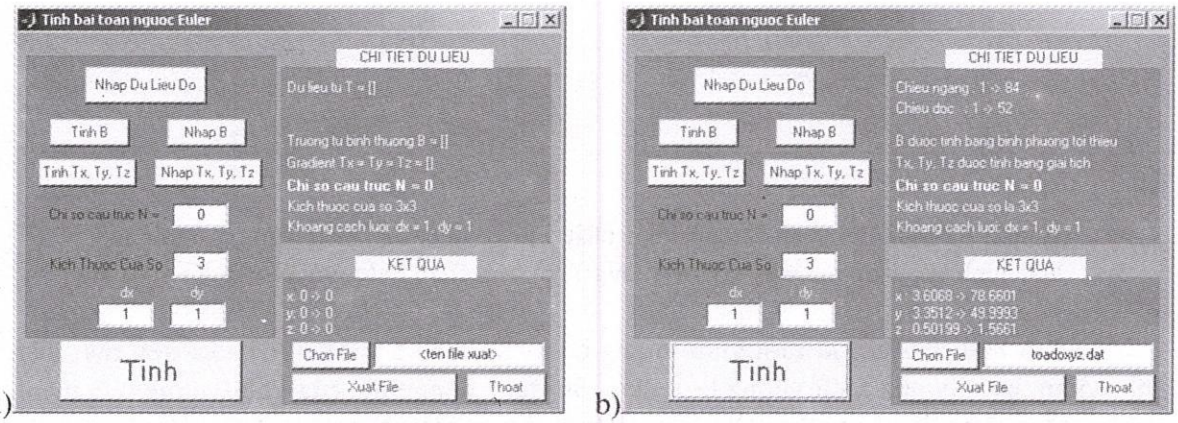
trong đó, (x,y) là toạ độ trên mạng quan sát (Reynods, J. M., 1997). B được xác định bằng phương pháp bình phương tối thiểu sử dụng tất cả các giá trị của trường từ quan sát trên toàn vùng nghiên cứu.

2.2.Chương trình

Xây dựng một chương trình để thực hiện các bước tính đã nêu bằng ngôn ngữ Matlab bao gồm chương trình chính D_Euler1 thể hiện giao diện và ba chương trình con: (1) chương trình con tính các gradien của T (file tinhGrad.m), (2) chương trình con tính trường từ khu vực bằng phương pháp bình phương tối thiểu (file noisuyLS.m) và (3) chương trình con xác định toạ độ (x_0, y_0) và độ sâu (z_0) của dị vật bằng phương pháp bình phương tối thiểu với kích thước cửa sổ và chỉ số cấu trúc tuỳ chọn (đoạn chương trình này nằm trong chương trình chính). Các lời giải nằm ngoài biên định trước được loại bỏ và trong trường hợp giá trị gradien hoặc trường từ khu vực có sẵn (đo hoặc tính trước), chương trình cho phép nhập trực tiếp các giá trị này và bỏ qua công đoạn tính toán chúng.

Các dữ liệu vào, ra được định dạng như sau: cột thứ nhất và cột thứ hai là các tọa độ theo phương x và y, cột thứ ba là giá trị đo; riêng trường hợp dữ liệu gradien thì cột thứ ba, thứ tư và thứ năm là các gradien theo phương x, y và z tương ứng.

Giao diện của chương trình như hình 1.



Hình 1: Giao diện của chương trình. a) Khi khởi động; b) Khi đã thực hiện các bước tính toán.

+ Nhập và chuẩn bị các dữ liệu để tính toán:

Nút **Nhap Du Lieu Do**: Nhập dữ liệu từ đo đạc (dạng dữ liệu 3 cột).
Nút **Tinh B**: Tính trường khu vực B bằng bình phương tối thiểu.
Nút **Nhap B**: Nhập trường khu vực B từ file (nếu có).
Nút **Tinh Tx, Ty, Tz**: Tính bằng giải tích các gradien theo phương x, y và z.
Nút Nhap **Tx, Ty, Tz**: Nhập các gradien theo phương x, y và z từ file (5 cột) (nếu có).
Textbox **Chi so cau truc N =** Để nhập chỉ số cấu trúc của nguồn ($0 \le N \le 3$).
Textbox **Kich Thuoc Cua So**: Nhập kích thước cửa sổ tính toán.
Textbox **dx, dy**: Nhập các khoảng cách của mạng dữ liệu.

+Tính toán và thể hiện các kết quả tính toán:

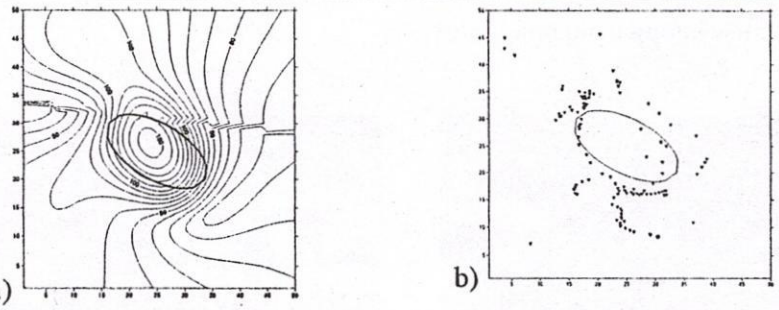
Nút **Tinh**: Thực hiện việc tính toán bài toán Euler.
Khung **CHI TIET DU LIEU**: thể hiện kích thước dữ liệu đo đạc, cách thức để có trường bình thường B và các gradien, chỉ số cấu trúc, kích thước cửa sổ và khoảng cách của mạng.
Khung **KET QUA**: thống kê kết quả tính (cực đại và cực tiểu của x, y, z).

+Xuất dữ liệu:

Nút **Chon File**: chọn tên file xuất x_0, y_0, z_0 (định dạng tương thích surfer).
Textbox **ten file xuat**: nhập và thể hiện tên file xuất.
Nút **Xuat File**: xuất dữ liệu tính toán ra file.
Nút **Thoat**: thoát khỏi chương trình.

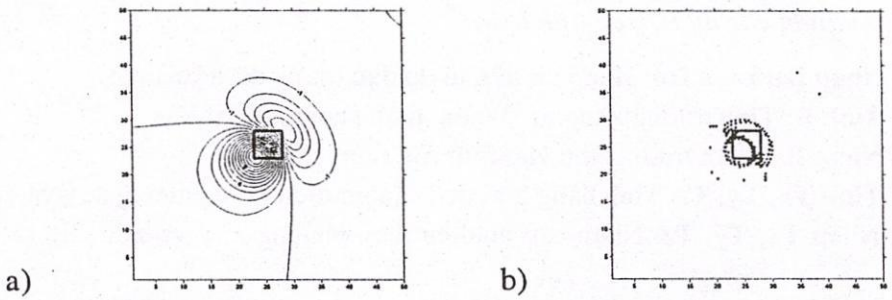
2.3. Kiểm tra chương trình trên mô hình

Mô hình thứ nhất là một mặt phẳng hình elip ở độ sâu 5km, có kích thước a = 20km, b = 5km. Trường từ T được tính bằng công thức hình đa giác cho bởi Hình 2a. Sử dụng chương trình D_Euler1 để xác định vị trí và độ sâu với các chỉ số cấu trúc khác; kết quả phù hợp với mô hình ứng với N = 0 (Hình 2b).



Hình 2: Kết quả tính toán bằng phương pháp Euler với cửa sổ kích thước 6x6 trên mô hình hình elíp nằm nghiêng: a) Từ trường T; b) Giải chập Euler với N = 0; ▼: 4 – 8 km

Mô hình thứ hai là một khối vuông có kích thước a = 5km, độ sâu đến mặt trên h_1 = 5km, bề dày của khối vuông h_2 = 2km. Sử dụng công thức của khối vuông tính thành phần thẳng đứng Z của trường từ và trong trường hợp này (Hình 3a), kết quả của phương pháp giải chập Euler ứng với chỉ số cấu trúc N = 1 là thích hợp cho việc xác định vị trí và độ sâu của cấu trúc (Hình 3b).



Hình 3: Kết quả tính toán bằng phương pháp Euler với cửa sổ kích thước 6x6 trên mô hình khối chữ nhật: a) Thành phần Z; b) Giải chập Euler với N = 1; ▼: 4 – 8 km.

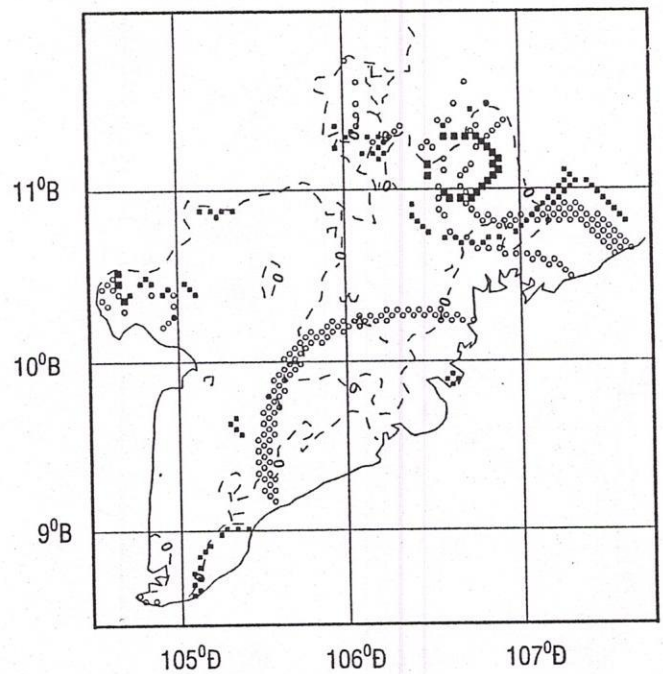
3- ÁP DỤNG - PHÂN TÍCH TÀI LIỆU TỪ Ở NAM BỘ

Trong bài báo này vùng nghiên cứu là phần đất liền của Nam bộ từ Mũi Cà Mau (vĩ độ 8°30'B) đến Bình Long (vĩ độ 11°40'BN), từ Hà Tiên (kinh độ 104°30'Đ) đến Xuyên Mộc (kinh độ 107°30'Đ), bao gồm miền Đông và miền Tây (đồng bằng sông Cửu Long). Về địa hình, toàn vùng khá bằng phẳng, trừ một số ít đồi núi thấp chiếm tỉ lệ không đáng kể nằm ở Tây Ninh, Bà Rịa – Vũng Tàu và An Giang. Về cấu trúc địa chất, phần đất liền của Nam bộ nằm ở phía Nam của Nam Việt Nam bao gồm các phụ đới Biên Hoà, đới Cần Thơ, đới Sóc Trăng, đới Hà Tiên và đới Phú Quốc. Trong đó, phụ đới Biên Hoà là vùng nâng gồm TP. Hồ Chí Minh và vùng miền Đông Nam bộ, đới Cần Thơ là vùng trũng chiếm hầu hết diện tích đồng bằng sông Cửu Long; trong mỗi đới và phụ đới còn chia ra thành nhiều khối. Các đới, phụ đới và các khối được chia cắt bởi các đứt gãy có hai phương chính là phương Tây Bắc- Đông Nam và phương Đông Bắc – Tây Nam và hai phương phụ là phương Vĩ tuyến và phương Kinh tuyến (Cao Đình Triều và Phạm Huy Long, 2002).

Hai tài liệu Địa vật lý thường được sử dụng để phân tích các đứt gãy là bản đồ trọng lực và bản đồ từ. Trong bài báo này chúng tôi sử dụng bản đồ từ hàng không tỉ lệ 1/500.000 của Tổng Công ty Địa chất và Khoáng sản Việt Nam để xác định các đứt gãy và biên của các cấu trúc địa chất trong vùng nghiên cứu. Ngoài ra, chúng tôi còn sử dụng bản

đồ trọng lực Bouguer tỉ lệ 1/500.000 của Tổng Công ty Dầu mỏ và Khí đốt Việt Nam để xác định biên của các cấu trúc địa chất có mật độ khác nhau. Để tính toán, cả hai bản đồ được rời rạc hoá về mạng ô vuông 84x52 với khoảng cách các nút trong mạng là 5km (Đặng Văn Liệt, 1995).

Sử dụng chương trình D_Euler1 (mục 2.2) với kích thước cửa sổ 6x6 để xác định vị trí và độ sâu đến mặt trên của các đứt gãy hoặc ranh giới tiếp xúc của các cấu trúc địa chất với các chỉ số cấu trúc N lần lượt bằng 0,5; 1; 2 và 3.



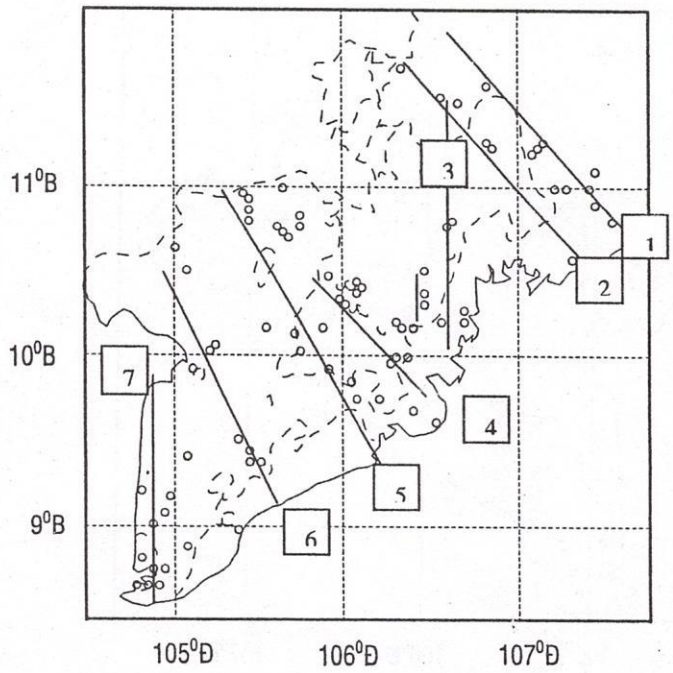
Hình 4: Bản đồ giải chập Euler
O: *N = 0*; ◆: *N = 0,5*; -----: *đường Δg = 0mgal*

Hình 4 là bản đồ giải chập Euler ứng với các chỉ số cấu trúc N = 0 (ký hiệu: O) và N = 0,5 (ký hiệu: ◆). Kết quả cho thấy các vị trí tập hợp rõ, tuy nhiên các biên này không tương thích với đứt gãy hay biên cấu tạo nào, kể cả ranh giới của dị thường dương và âm trọng lực (ký hiệu:-----). Điều này, có thể giải thích là do các dữ liệu từ của vùng khảo sát quá rời rạc (khoảng cách 5km), nên các chỉ số cấu trúc này (N = 0 và N = 0,5) không thích hợp để phát hiện ranh giới cấu trúc địa chất.

Với N = 1 và N = 2, tập hợp các điểm biểu diễn ranh giới của các cấu trúc khá rời rạc, tuy chưa rõ nét, nhưng có khuynh hướng cho thấy một số đứt gãy trong vùng, nên không trình bày ở đây.

Với N = 3 (Hình 5) bản đồ giải chập Euler cho thấy một số các đứt gãy trong vùng, tuy các điểm biểu thị cho các đứt gãy chưa được tập trung nhiều và tất cả mọi điểm đều có độ sâu khoảng 5km. Điều này có thể giải thích là do các số liệu quá thưa (khoảng cách của mạng là 5km) nên kết quả chỉ ứng với những nơi mà đứt gãy hoặc biên tiếp xúc có độ sâu bằng hoặc lớn hơn một bước của mạng (5km), trong khi phần lớn các độ sâu đến mặt trên của các đứt gãy trong vùng nhỏ hơn 5km (Đặng Văn Liệt, 2004). So sánh với bản đồ các đứt gãy trong vùng, bản đồ giải chập Euler cho thấy các đứt gãy sau đây: Đứt gãy Định Quán – Chứa chan (1); đứt gãy Dầu Tiếng – Vũng Tàu (2); đứt gãy Lộc Ninh – Thủ Dầu

Một (3), đứt gãy Sông Cổ Chiên (4), đứt gãy Sông Hậu (5), đứt gãy Giá Rai – Hà Tiên (6), đứt gãy Rạch Giá – Cà Mau (7). Đặc biệt là các đứt gãy Sông Hậu (5) và đứt gãy Rạch Giá – Cà Mau (7) thể hiện khá rõ trên bản đồ giải chập Euler, không thấy trên bản đồ từ và bản đồ giải tích tín hiệu được nâng cao (Đặng Văn Liệt, 2004). Ngoài ra, ranh giới của hai biên tiếp xúc của dị thường dương và dị thường âm trọng lực ở vùng Sóc Trăng – Cà Mau và vùng ven biển thuộc Trà Vinh, Bến Tre, Mỹ Tho cũng thể hiện trên bản đồ giải chập Euler (các ký hiệu O trùng với đường -----).



Hình 5: Bản đồ giải chập Euler với N = 3
O: 4- 6 km ; ----- : đường Δg = 0 mgal

4.KẾT LUẬN

Phương pháp giải chập Euler cho phép xác định cùng lúc biên và độ sâu của nguồn; việc lựa chọn các chỉ số cấu trúc phù hợp với nguồn sẽ làm tăng độ chính xác của phương pháp. Đối với các đứt gãy, do có cấu trúc phức tạp nên chỉ cần thay đổi các chỉ số cấu trúc rất ít sẽ đạt tới giá trị thích hợp. Độ sâu có độ chính xác nằm trong khoảng từ một bước của mạng dữ liệu cho tới hai lần kích thước của cửa sổ; với các dữ liệu có độ chính xác cao nên chọn kích thước cửa sổ nhỏ và với dữ liệu có độ chính xác không cao nên chọn kích thước cửa sổ lớn.

Việc áp dụng phương pháp để phân tích bản đồ từ ở Nam bộ cho thấy hầu hết các đứt gãy có phương Tây Bắc – Đông Nam và phương Kinh tuyến đều được phát hiện, đặc biệt là hai đứt gãy Sông Hậu và đứt gãy Rạch Giá – Cà Mau chưa thể hiện trên các phương pháp phân tích trước đây. Do các dữ liệu phân tích được lấy từ các bản đồ có tỉ lệ 1/5.000.000 nên các điểm thể hiện vị trí các đứt gãy hoặc biên tiếp xúc của các cấu trúc chưa được tập trung và độ sâu chỉ tương ứng khoảng 5 km bằng với khoảng cách các điểm nút của mạng. Các phân tích bằng phương pháp giải chập Euler với các bản đồ có tỉ lệ lớn chắc chắn sẽ góp phần trong việc phát hiện mới các ranh giới cấu trúc địa chất, cũng như phát hiện các ranh giới nông.

THE APPLICATION OF THE EULER DECONVOLUTION TO INTERPRET THE MAGNETIC DATA OF THE SOUTH VIETNAM

Dang Van Liet
University of Natural Sciences – VNU-HCM

ABSTRACT: *There have been two recent and useful methods to determine the positions and the depth to the magnetic sources. They are the deconvolution Euler and the analytic signal . The Euler method uses the gradients of the total magnetic field, expressed in Cartesian coordinates and these gradients are related to different magnetic sources by a function termed the structural index N. The advantage of this method is that it is not constrained by any preconceived geological ideas.*
In this research, the author constructed a program to interpret the magnetic data by using the Euler method and applied it to interpret the magnetic anomalies in the South Viet Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Văn Liệt, *Phân tích kết hợp tài liệu từ và trọng lực ở miền Nam Việt Nam,* Luận án PTS Khoa học, Đại học Tổng hợp, TP. Hồ Chí Minh, 1995.

[2]. Đặng Văn Liệt, *Xác định biên các cấu trúc địa chất ở Nam bộ bằng tài liệu từ theo phương pháp Gradient có độ phân giải cao,* Tạp chí Phát triển Khoa học-Công nghệ, Đại học Quốc Gia - TP. Hồ Chí Minh, Tập 7, Số 12- 2004, trang 32 -36.

[3]. Cao Đình Triều, Phạm Huy Long, *Kiến tạo đứt gãy lãnh thổ Việt Nam,* NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002

[4]. Blakely, R.J., *Potential theory in gravity and magnetic applications,* Cambridge University Press, 1995.

[5]. Kato, M., *Generalized treatments of sampling filter (in Japanese),* Butsiri Tanko (Geophysics Exploration), V. 18, pp 1 – 13, 1965.

[6]. Phillips J. D., *Two–step processing for 3D magnetic source locations and structural indices using extended Euler or analyitc signal methods,* SEG Int'l Exposition and 72nd Annual Meeting, Uta , October 6-11, 2002.

[7]. Reid A. B. et al, *Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution.* Geophysics, V. 55, pp 80-91, 1990.

[8]. Reynods, J. M., *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics.* John Wiley &Sons, Chichester, U.K, 1997.

[9]. Rice University, *Matlab 5.2 Manual,* 1999.
http://www.owlnet.rice.edu/~ceng303/Matlab/MatCont.html.

[10]. Thomson, D. T., *EULDPH - A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data,* Geophysics, V. 47, pp 31- 37, 19