

DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.096

KẾT HỢP GIỮA THUẬT TOÁN DI TRUYỀN VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢM ĐỐC NHẤT ĐỂ XÁC ĐỊNH ĐỘ SÂU BỒN TRẦM TÍCH TỪ DỊ THƯỜNG TRỌNG LỰC 2-D

Lương Phước Toàn*

Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Lương Phước Toàn (email: luongphuoctoan@mtu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 04/03/2020

Ngày nhận bài sửa: 20/03/2020

Ngày duyệt đăng: 29/06/2020

Title:

A combined genetic algorithm and steepest descent method to determine the depths of sedimentary basins by 2-D gravity anomalies

Từ khóa:

Bài toán ngược trọng lực, bồn trầm tích, phương pháp giảm dốc nhất, thuật giải di truyền

Keywords:

Genetic algorithm, inverse gravity problem, sedimentary basin, steepest descent method

ABSTRACT

A combined genetic algorithm and steepest descent method (GA-SD) is applied to determine the thickness of a 2-D sedimentary basin whose density contrast varies with depth as a parabolic function. The steepest descent's an initial model was the best individual in the population obtained after evolutionary generations of the genetic algorithm (GA); then, the steepest descent method (SD) is applied to find a solution based on the minimum of the objective function. Firstly, it was tested on a synthetic model; then, it was applied on An Giang and Bac Lieu gravity anomalies in the Mekong Delta. The computed depths agree well with the results of the previous studies.

TÓM TẮT

Thuật giải di truyền kết hợp phương pháp giảm dốc nhất để tìm bề dày bồn trầm tích 2-D với mô hình là tập hợp những tấm hình chữ nhật thẳng đứng có hiệu mật độ thay đổi theo độ sâu là hàm parabol. Lời giải ban đầu của phương pháp giảm dốc nhất là cá thể tốt nhất trong quần thể có được sau những thế hệ tiến hóa của thuật giải di truyền; từ đó, phương pháp giảm dốc nhất tìm lời giải bài toán bằng cách cực tiểu hàm mục tiêu. Phương pháp đề xuất được kiểm tra trên mô hình; sau đó, dùng để tính bề dày bồn trầm tích 2-D trên 2 tuyến đo dị thường trọng lực An Giang và Bạc Liêu trong vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả độ sâu tính toán bằng phương pháp đưa ra phù hợp với kết quả phân tích trước đây.

Trích dẫn: Lương Phước Toàn, 2020. Kết hợp giữa thuật toán di truyền và phương pháp giảm dốc nhất để xác định độ sâu bồn trầm tích từ dị thường trọng lực 2-D. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Khoa học tự nhiên)(1): 81-89.

1 MỞ ĐẦU

Trong Địa vật lý, xác định độ sâu bồn trầm tích 2-D - độ dày lớp trầm tích từ dị thường quan sát là dạng bài toán ngược trọng lực. Mô hình phổ biến là tập hợp những tấm chữ nhật thẳng đứng đặt liền kề có hiệu mật độ không đổi (Bott, 1960) hoặc thay đổi theo độ sâu (Rao, 1993, 1994). Bott (1960) sử dụng

phương pháp mô hình tiến để giải bài toán vừa nêu; trong đó, mô hình ban đầu, độ sâu các tấm chữ nhật được tính toán, hiệu chỉnh dựa trên một công thức có sẵn nên lời giải của bài toán là duy nhất không có nhiều lựa chọn. Trong những thập niên gần đây, các thuật toán tối ưu toàn cục như thuật giải di truyền (GA) được sử dụng để giải bài toán ngược trọng lực

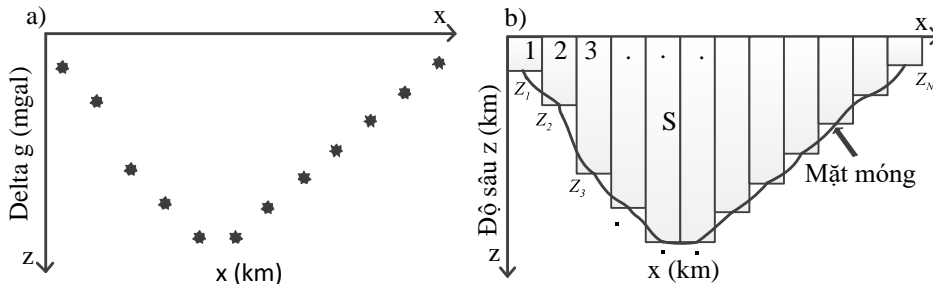
(Đặng Văn Liệt, 2005; Lương Phước Toàn và *ctv.*, 2013, 2014, 2015). Thuật giải này là một kỹ thuật của khoa học máy tính giúp tìm giải pháp tối ưu cho các vấn đề tổ hợp tối ưu được Holland J. H. đưa ra năm 1975 (Holland, 1992). GA dựa trên sự phát sinh các số ngẫu nhiên trong các giai đoạn khởi tạo quần thể, chọn lọc, lai ghép, đột biến nên thể hiện tính đa trị trong lời giải; do đó, ưu điểm là giải pháp đạt được mang tính tối ưu toàn cục; khuyết điểm là tốn nhiều thời gian tính toán. Để giảm thời gian tính, một số công trình đã kết hợp GA với các phương pháp tìm kiếm địa phương – bắt đầu từ một lời giải ban đầu như phương pháp Nelder-Mead (Toan and Liet, 2015) hay Quasi-Newton để giải bài toán ngược trọng lực (Toan and Liet, 2016). Trong đó, các phương pháp tìm kiếm địa phương được đưa trong các giai đoạn khác nhau của GA. Trong bài này, kết hợp giữa GA và phương pháp giảm dốc nhất (SD) (Dennis and Robert, 1996) được dùng để giải bài toán ngược trọng lực; trong đó, lời giải ban đầu của

SD là cá thể tốt nhất trong quần thể của GA sau khi đạt được số thế hệ tiến hóa định trước. Phương pháp đề xuất được kiểm tra trên mô hình; sau đó, tính độ dày lớp trầm tích từ dữ thường trọng lực An Giang, Bạc Liêu vùng Đồng bằng sông Cửu Long.

2 PHƯƠNG PHÁP

2.1 Mô hình bồn trầm tích

Bồn trầm tích 2-D xem là dài vô hạn theo phương y; mặt cắt của bồn trầm tích theo phương x được mô hình hóa bằng N tấm hình chữ nhật thẳng đứng đặt liền kề, độ sâu của mỗi tấm là z_j ($j = 1, 2, \dots, N$); các tấm có bề rộng bằng nhau và độ sâu khác nhau, mặt trên trùng với mặt quan sát và điểm đo đặt tại trung điểm cạnh trên của mỗi tấm hình chữ nhật (Hình 1) nên số tấm hình chữ nhật bằng với số điểm quan sát. Bài toán xác định bề dày của bồn trầm tích là xác định độ sâu z_j của các tấm chữ nhật từ các giá trị của dữ thường quan sát.



Hình 1: Mô hình bồn trầm tích 2-D

– Hàm hiệu mật độ

Trong thực tế mật độ trầm tích tăng theo độ sâu nên hiệu mật độ của mỗi tấm hình chữ nhật giảm theo độ sâu theo qui luật hàm parabol (Rao *et al.*, 1993):

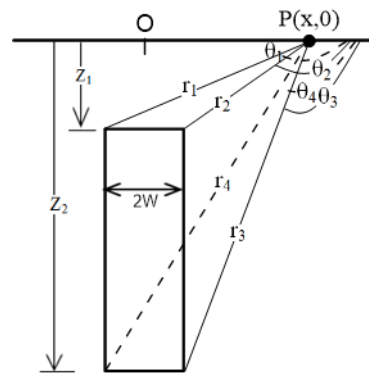
$$\Delta\rho(z) = \frac{\Delta\rho_0^3}{(\alpha - \lambda z)^2} \quad (1)$$

trong đó, $\Delta\rho(z)$ (g/cm^3) là hiệu mật độ ở độ sâu z (km), $\Delta\rho_0$ (g/cm^3) là hiệu mật độ tại mặt quan sát, α và λ là các hằng số.

– Dị thường trọng lực của mô hình

Dị thường trọng lực $g(x)$ của một tấm hình chữ nhật, bề rộng là $2w$, bề dày là z , mật độ thay đổi theo qui luật hàm parabol (1) (Hình 2) tại một điểm bất kỳ $P(x,0)$ nằm trên mặt quan sát được cho bởi (Rao *et al.*, 1993):

$$\Delta g(x) = 2G\Delta\rho_0^3((T_1\theta_4 - T_2\theta_3) - (T_3\theta_1 - T_4\theta_2) + \ln((\alpha - \lambda z)/\alpha)(T_5 - T_6) - (T_5 \ln \frac{r_3}{r_2} - T_6 \ln \frac{r_4}{r_1})) \quad (2)$$



Hình 2: Tấm chữ nhật và P là điểm quan sát

trong đó, $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ là hằng số hấp dẫn (hệ SI), và

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \frac{\lambda(x+w)^2 + \alpha z}{(\alpha - \lambda z)(\alpha^2 + \lambda^2(x+w)^2)}, \\
 T_2 &= \frac{\lambda(x-w)^2 + \alpha z}{(\alpha - \lambda z)(\alpha^2 + \lambda^2(x-w)^2)}, \\
 T_3 &= \frac{\lambda(x+w)^2}{\alpha(\alpha^2 + \lambda^2(x+w)^2)}, \\
 T_4 &= \frac{\lambda(x-w)^2}{\alpha(\alpha^2 + \lambda^2(x-w)^2)}, \\
 T_5 &= \frac{x-w}{(\alpha^2 + \lambda^2(x-w)^2)}, \\
 T_6 &= \frac{x+w}{(\alpha^2 + \lambda^2(x+w)^2)},
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 r_1^2 &= (x+w)^2, r_2^2 = (x-w)^2, \\
 r_3^2 &= (x-w)^2 + z^2, r_4^2 = (x+w)^2 + z^2, \\
 \theta_1 &= \begin{cases} \pi \text{ khi } x \geq 0 \\ 0 \text{ khi } x < 0 \end{cases}, \\
 \theta_2 &= \begin{cases} \pi \text{ khi } x > 0 \\ 0 \text{ khi } x \leq 0 \end{cases}, \\
 \theta_3 &= \pi/2 + tg^{-1}((x-w)/z), \\
 \theta_4 &= \pi/2 + tg^{-1}((x+w)/z).
 \end{aligned} \tag{4}$$

Tầm thứ j tác dụng lên điểm đo thứ i một giá trị trong lực là g_{ji} cho bởi công thức (2), (3), (4); do đó, giá trị trọng lực tại điểm thứ i do mô hình gồm N tầm hình chữ nhật gây ra là:

$$\Delta g_i = \sum_{j=1}^N g_{ji} \quad (j=1,2,\dots,N) \quad \text{với } i \text{ lần lượt là } 1, 2, \dots, N \tag{5}$$

2.2 Hàm mục tiêu

Phương pháp tính độ dày lớp trầm tích là sử dụng GA kết hợp với SD để cực tiểu hàm mục tiêu sau (Toan and Liet, 2015):

$$\Phi(m) = MSE(m) + \beta_T \cdot \Phi_m(m) \tag{6}$$

trong đó: $MSE(m)$ hàm sai số dữ liệu (hàm sai số toàn phương trung bình) được cho bởi:

$$MSE(m) = \sum_{i=1}^N \frac{(g_{obs}^i - g_{cal}^i)^2}{N} \tag{7}$$

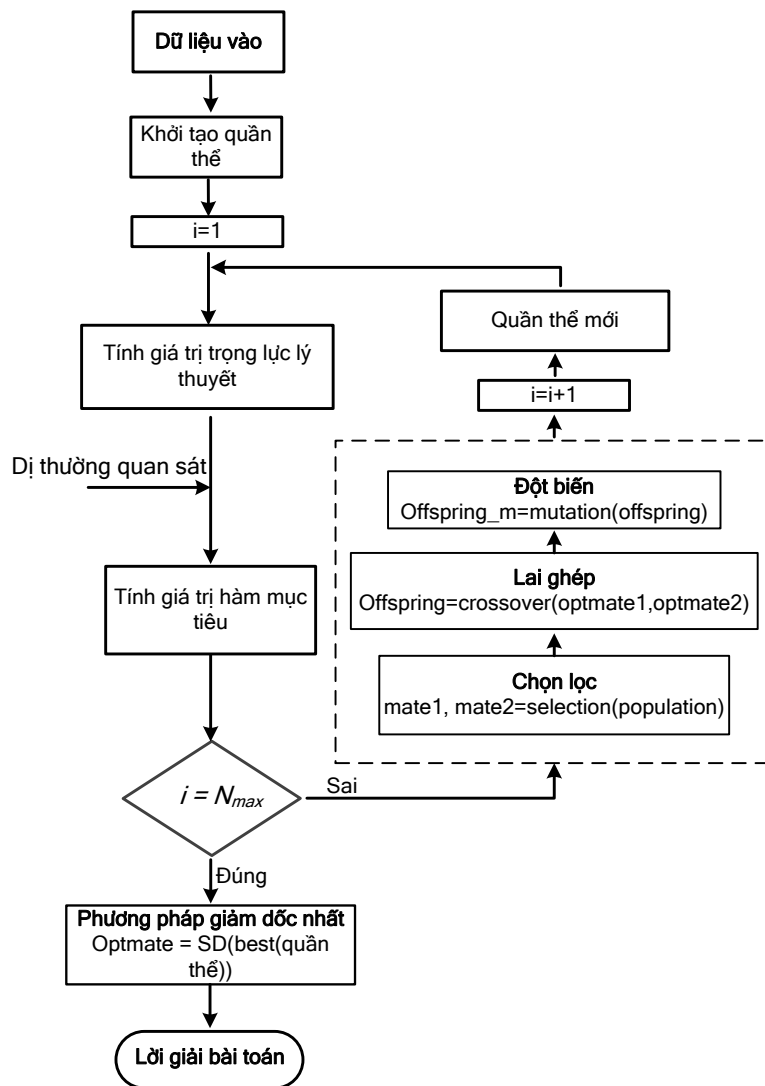
với, g_{obs} và g_{cal} lần lượt là dị thường quan sát và dị thường tính từ mô hình, $m = (z_1, z_2, \dots, z_N)$ và, $\Phi_m(m)$ là sai số “chuẩn” của mô hình như sau:

$$\varphi_m(m) = \sum_{i=2}^N (z_{i-1} - z_i)^2 \tag{8}$$

trong đó, z_i và z_{i-1} là độ sâu của hai tấm chữ nhật liền kề, β_T là tham số chính hóa Tikhonov nhằm cân bằng giữa hai giá trị sai số $MSE(m)$ và $\Phi_m(m)$ và có giá trị là 0,05 (Toan and Liet, 2016).

2.3 Thuật giải GA-SD

Lưu đồ thuật giải GA-SD được minh họa trong Hình 3, gồm 2 chương trình tính là GA và SD. Trong đó, các bước tính của GA được tóm tắt như sau (Haupt, 2004): (a) *Khởi tạo quần thể* ban đầu $Pop^1 = [m_1, m_2, \dots, m_M]^1$. Trong đó, mỗi mô hình gọi là một cá thể m_i ($i = 1, 2, \dots, M$) gồm N độ sâu các tấm chữ nhật được tạo ra ngẫu nhiên, M là kích thước quần thể; (b) *Tính độ thích nghi* của các cá thể bằng hàm mục tiêu (6), chọn 50% cá thể có độ thích nghi tốt nhất để thực hiện các toán tử di truyền; (c) *Lai ghép*: Trong 50% cá thể có độ thích nghi tốt, chọn ra từng cặp cá thể bằng phương pháp kết đôi ngẫu nhiên theo trọng số với xác suất lai ghép là 0,5, lai ghép đơn điểm; (d) *Đột biến*: Các cá thể sau quá trình lai ghép sẽ đột biến đơn điểm với xác suất đột biến là 0,1; (e) *Quần thể mới* được hình thành và quay lại (b) – Tính giá trị thích nghi của các cá thể và tiếp tục thực hiện các phép tính trong (c) và (d) cho đến khi có một cá thể thỏa điều kiện mong muốn. Khi số thế hệ tiến hóa là N_{max} thì chương trình GA dừng - tạo ra một quần thể sau N_{max} thế hệ tiến hóa; chọn 1 cá thể có độ thích nghi tốt nhất trong quần thể này làm lời giải ban đầu cho phương pháp SD.



Hình 3: Lưu đồ thuật giải GA-SD

Phương pháp SD dựa trên phép tính đạo bậc nhất, gồm 4 bước tính sau:

- Bước 1: Từ lời giải ban đầu m_0 , kiểm tra điều kiện ($\|\nabla\Phi(m_k)\| < \varepsilon$ hoặc $n_{\text{vòng lặp}} < n_{\text{max}}$);
- Bước 2: Tính hướng giảm $d_k = -\nabla\Phi(m_k)$ (∇ là toán tử Gradien);
- Bước 3: Tìm độ dài bước λ_k bằng cách cực tiểu $\xi(\lambda) = \Phi(m_k + \lambda d_k)$, khi đó độ dài bước ban đầu được xác định bằng công thức (Dennis and Robert, 1996; Kelley, 1999):

$$\lambda_t = \frac{-\xi'(0)}{2(\xi(1) - \xi(0) - \xi'(0))} \quad (9)$$

Với $\xi(0) = \Phi(m_k)$; $\xi'(0) = \nabla\Phi(m_k)^T d_k$ và $\xi(1) = \Phi(m_k + d_k)$

Trong các vòng lặp tiếp theo độ dài bước được điều chỉnh bằng công thức sau:

$$\lambda_t = \frac{-c_2 + \sqrt{c_2^2 - 3c_3\xi'(0)}}{3c_3} \quad (10)$$

Trong đó, c_2, c_3 tìm được bằng cách giải phương trình:

$$\begin{pmatrix} \lambda_c^2 & \lambda_c^3 \\ \lambda_c^2 & \lambda_c^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \xi(\lambda_c) - \xi(0) - \xi'(0)\lambda_c \\ \xi(\lambda_c) - \xi(0) - \xi'(0)\lambda_c \end{pmatrix} \quad (11)$$

Với λ_c và λ_k là hai giá trị trước của λ_k .

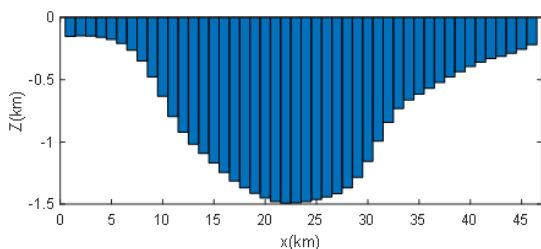
– Bước 4: Thiết lập $m_{k+1} = m_k + \lambda_k d_k$, sau đó xem xét lại điều kiện và lặp lại từ Bước 1 - 4.

Nhóm tác giả Lương Phước Toàn và Đặng Văn Liệt (Toan and Liet, 2015) đã kết hợp giữa thuật giải di truyền và phương pháp tìm kiếm địa phương Nelder-Mead để tính bề dày lớp trầm tích. Trong đó, kích thước quần thể được chọn là 16 số thể hệ tiến hóa, 800; trong mỗi thế hệ tiến hóa, phương pháp Nelder-Mead được đưa vào sau giai đoạn chọn lọc của GA. Trong bài này, kết quả chạy chương trình cho thấy kích thước quần thể, 8 và số thế hệ tiến hóa, 700 là thông số của thuật giải di truyền được lựa chọn phù hợp với phương pháp đề xuất; khi đó, cá thể tốt nhất trong quần thể sẽ thực hiện 33 đến 70 (tùy thuộc vào số biến) vòng lặp bằng phương pháp SD để tìm lời giải sau cùng. Chương trình tính toán chạy trên phần mềm Matlab R2015a với cấu hình máy tính: CPU Intel, Core i3-380; RAM 4 Gb; đĩa cứng SSD 250 Gb. Phương pháp xác định bề dày lớp trầm tích bằng thuật toán GA-SD vừa nêu sẽ được kiểm tra trên mô hình; sau đó, áp dụng phân tích tài liệu trọng lực trên dữ liệu đo.

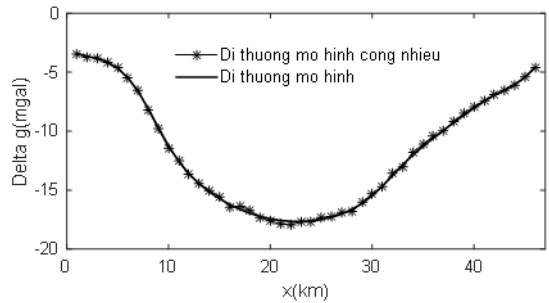
3 ỨNG DỤNG

3.1 Áp dụng trên mô hình

Mô hình của bồn trầm tích gồm 46 tấm chữ nhật thẳng đứng đặt liền kề có hiệu mật độ giảm theo độ sâu là hàm parabol; chiều rộng của mỗi tấm bằng nhau và bằng 1 km và độ sâu cực đại là 1,5 km tại km thứ 22 (Hình 4). Các hệ số của hàm hiệu mật độ (1) được lựa chọn như sau (Toan and Liet, 2015): $\Delta\rho_0 = -0,55 \text{ (g/cm}^3\text{)}$, $\alpha = 0,55 \text{ (g/cm}^3\text{)}$, và $\lambda = -0,2828 \text{ (g/cm}^3\text{/km)}$. Sử dụng công thức (5) để tính giá trị dị thường trọng lực không nhiễu và sau đó cộng nhiễu vào dị thường vừa tính. Hình 5 biểu diễn hai dị thường này trên cùng một đồ thị, trong đó “đường liền” là dị thường không nhiễu và dấu “ * ” là dị thường được cộng nhiễu (+ $0.2 * \text{rand}(\text{size}(g_{\text{model}}))$) (Toan and Liet, 2015). Hai dị thường này được sử dụng làm dị thường quan sát trong giải bài toán ngược trọng lực.



Hình 4: Mô hình bồn trầm tích



Hình 5: Dị thường không chứa nhiễu (đường liền) và dị thường chứa nhiễu (dấu “ * ”)

Sử dụng thuật toán GA-SD như đã trình bày trong Mục 2.3 để giải bài toán ngược trọng lực trên mô hình, với $N_{SD} = 33$ trong trường hợp dị thường quan sát không nhiễu và $N_{SD} = 50$ khi dị thường quan sát được cộng nhiễu.

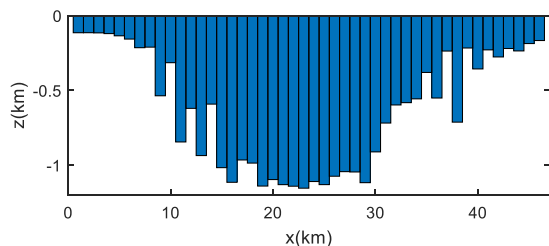
– Trường hợp dị thường quan sát không cộng nhiễu:

Hình 6 là mô hình bồn trầm tích có được sau 700 thế hệ tiến hóa và được dùng làm lời giải ban đầu cho phương pháp tìm kiếm giảm dốc nhất. Phương pháp này thực hiện 33 vòng lặp – Hình 7 và độ sâu bồn trầm tích tính được như Hình 8 - trùng với độ sâu mô hình (Hình 4). Hình 9 biểu diễn đường cong dị thường tính từ mô hình vừa tính (dấu “ □ ”) và đường liền là dị thường quan sát; kết quả cho thấy hai dị thường này hầu như trùng nhau với giá trị hàm sai số dữ liệu $MSE(m) = 9,5.10^{-5}$.

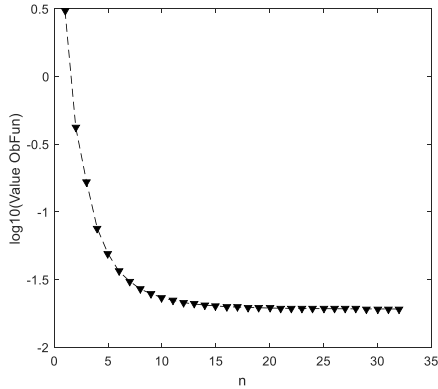
– Trường hợp dị thường quan sát được cộng nhiễu:

Hình 10 là mô hình bồn trầm tích có được sau 700 thế hệ tiến hóa từ GA. Từ mô hình này, SD

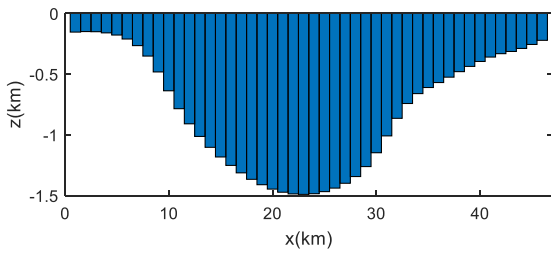
thực hiện 50 vòng lặp với giá trị hàm mục tiêu như Hình 11. Khi đó, độ sâu bồn trầm tích tính được như Hình 12 – phù hợp với độ sâu mô hình ban đầu với độ sâu cực đại là 1,55 km tại km thứ 22. Hình 13 biểu diễn dị thường tính từ mô hình vừa tính (dấu “ □ ”) và dị thường quan sát (đường liền) với sai số dữ liệu $MSE(m) = 0,0118$.



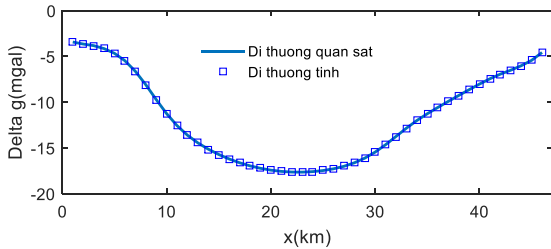
Hình 6: Mô hình sau 700 thế hệ tiến hóa



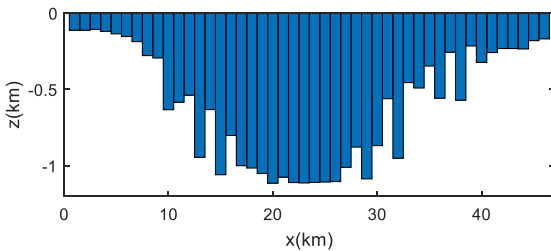
Hình 7: Giá trị hàm mục tiêu



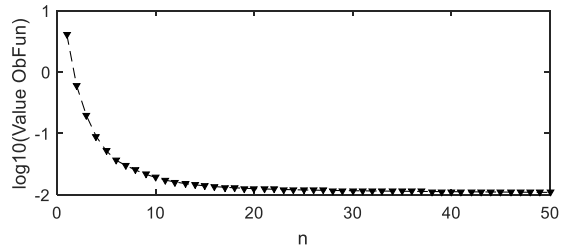
Hình 8: Mô hình tính



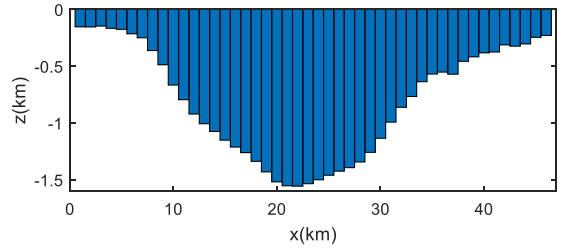
Hình 9: Đị thường quan sát (đường liền) và đị thường tổng hợp (đấu “ □ ”)



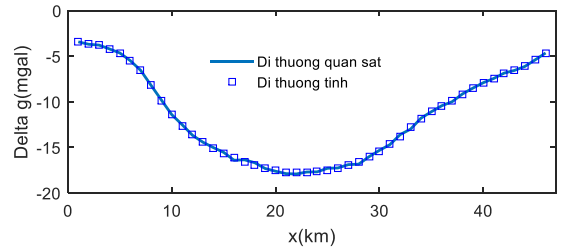
Hình 10: Mô hình sau 700 thế hệ tiến hóa



Hình 11: Giá trị hàm mục tiêu



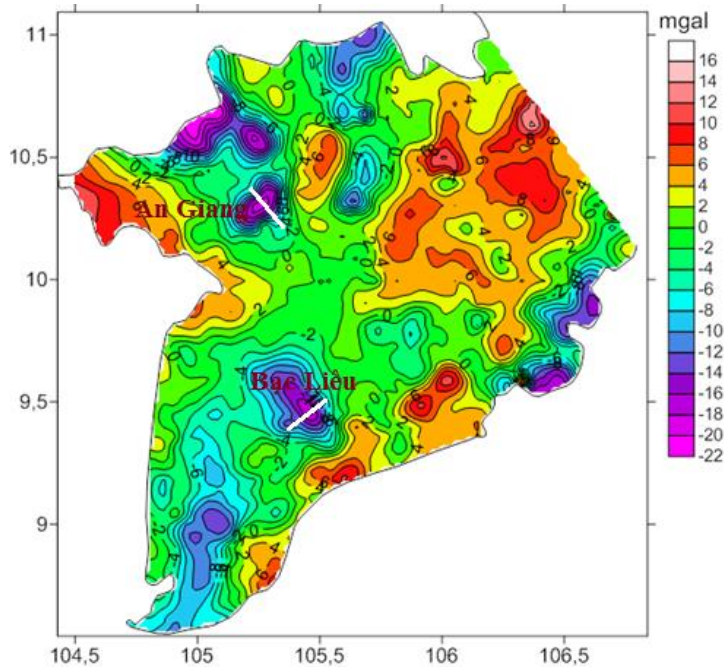
Hình 12: Mô hình tính



Hình 13: Đị thường quan sát (đường liền) và đị thường tổng hợp (đấu “ □ ”)

3.2 Áp dụng trên dữ liệu thực

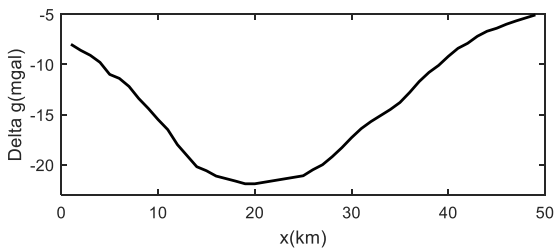
Dữ liệu: sử dụng bản đồ Bouguer của vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) tỉ lệ 1/200.000 được Phan Quang Quyết thành lập từ các giá trị đo trọng lực tỉ lệ 1/100.000 của Đoàn Dầu khí ĐBSCL đo từ năm 1976 đến năm 1981 (Phan Quang Quyết, 1985); sau đó tính bản đồ đị thường trọng lực địa phương qua việc tính trường trọng lực khu vực là đa thức bậc hai theo kinh độ và vĩ độ (Đặng Văn Liệt, 1995). Từ bản đồ đị thường trọng lực địa phương tỉ lệ 1/200.000, chọn ra 2 tuyến đo An Giang, Bạc Liêu như Hình 11 (đường gạch màu trắng); sau đó nội suy giá trị về khoảng cách 1 km (sử dụng hàm *spline* của Matlab) để tính độ dày lớp tích.



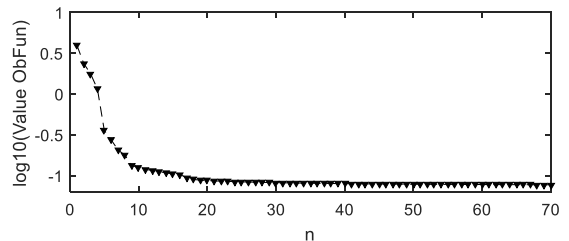
Hình 14: Dị thường trọng lực địa phương An Giang và Bạc Liêu

3.2.1 Phân tích dị thường trọng lực An Giang

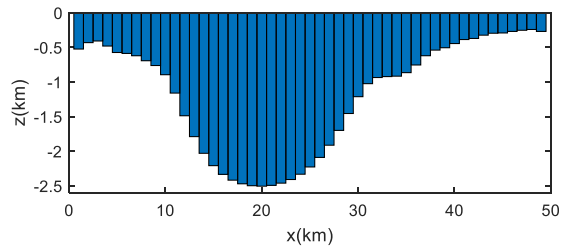
Tuyến dị thường An Giang dài 49 km có phương Tây Bắc - Đông Nam đi từ tọa độ (105,22° Đ; 10,4° B) – vị trí đo thứ 1, đến tọa độ (105,35° Đ; 10,22° B) – vị trí đo thứ 49 như Hình 15. Dị thường trọng lực có giá trị - 8 mgal về phía Tây Bắc, giảm khá nhanh đến giá trị cực tiểu là -22 mgal ở km thứ 19 và tăng dần về phía Đông Nam đạt giá trị - 5 mgal. Hình 16 biểu diễn $\log_{10}(\Phi(m))$ qua 70 phép lặp bằng phương pháp SD với mô hình ban đầu tìm được sau 700 thế hệ tiến hóa của GA. Hình 17 là kết quả tính toán độ dày lớp trầm tích phân bố trên tuyến đo An Giang qua đó ước lượng được độ sâu cực đại là 2,5 km xuất hiện ở điểm đo thứ 20. Hình 18 biểu diễn dị thường quan sát (đường liền) và dị thường tính (dấu “ □ ”) với sai số MSE là 0,0159, thời gian tính là 52 giây.



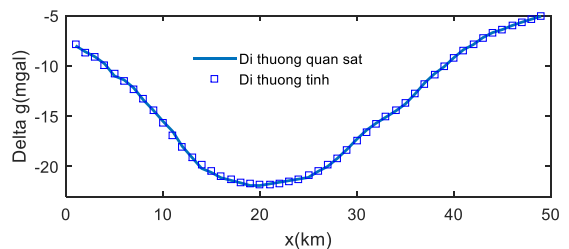
Hình 15: Dị thường An Giang



Hình 16: Giá trị hàm mục tiêu



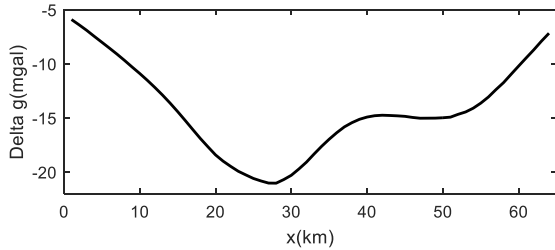
Hình 17: Độ dày lớp trầm tích An Giang



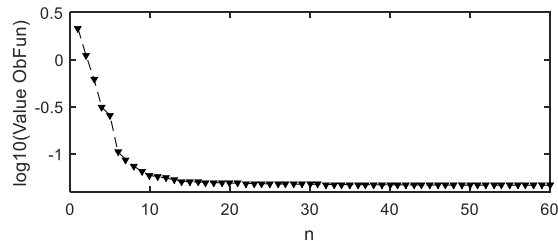
Hình 18: Dị thường quan sát (đường liền) và dị thường tổng hợp (dấu “ □ ”)

3.2.2 Phân tích dị thường trọng lực Bạc Liêu

Dị thường trọng lực Bạc Liêu được xác định trên một tuyến dọc theo phương Đông Bắc - Tây Nam đi từ tọa độ (105,55° Đ; 9,53° B) đến tọa độ (105,31° Đ; 9,37° B) dài 64 km, bước đo là 1km. Trong tính toán, tọa độ (105,55° Đ; 9,53° B) trùng với điểm đo thứ 1 có giá trị - 6 mgal; tọa độ (105,31° Đ; 9,37° B) trùng với điểm đo thứ 64 có giá trị là - 7 mgal; giá trị cực tiểu của dị thường là - 21 mgal ở km thứ 28 như Hình 19.

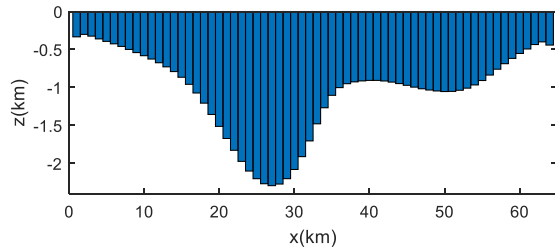


Hình 19: Dị thường Bạc Liêu

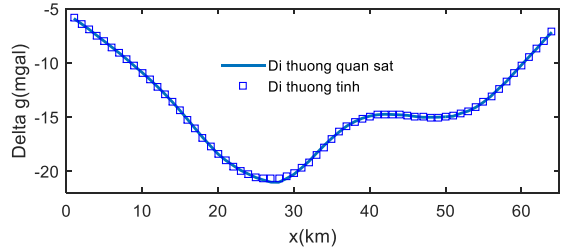


Hình 20: Giá trị hàm mục tiêu

Hình 20 biểu diễn 60 giá trị $\log_{10}(\Phi(m))$ tính bằng phương pháp SD với lời giải ban đầu tìm được sau 700 thế hệ tiến hóa của GA; thời gian tính là 85 giây. Hình 21 là độ dày lớp trầm tích Bạc Liêu tính – sự phân bố độ dày lớp trầm tích theo tuyến đo Bạc Liêu có hình dạng tương thích với dị thường quan sát, qua đó ước lượng được độ sâu cực đại cỡ 2,2 km xuất hiện ở điểm đo thứ 28. Hình 22 biểu diễn dị thường quan sát (đường liền) và dị thường tính (đấu “ □ ”) và đạt được sai số MSE là 0,0092.



Hình 21: Độ dày lớp trầm tích Bạc Liêu



Hình 22: Dị thường quan sát (đường liền) và dị thường tổng hợp (đấu “ □ ”)

4 KẾT LUẬN

Sự kết hợp giữa nhóm các thuật toán tối ưu toàn cục và các phương pháp tìm kiếm địa phương được nhằm tìm giải pháp tốt nhất trong tổ hợp những giải pháp được nghiên cứu và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong bài này, một hình thức kết hợp giữa thuật giải di truyền và phương pháp giảm dốc nhất để cực tiểu hàm mục tiêu; từ đó xác định được độ dày lớp trầm tích An Giang, Bạc Liêu với độ sâu cực đại lần lượt là 2,5 km và 2,2 km. Độ sâu này phù hợp với các công trình nghiên cứu trước đây (Phan Quang Quyết, 1985; Đặng Văn Liệt, 2005) với thời gian tính giảm đi gần một nửa (Toan and Liet, 2015). Hướng phát triển của nghiên cứu là tính bề dày bồn trầm tích 3-D bằng thuật toán đã sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bott, M. H. P., 1960. The use of rapid digital computing methods for direct gravity interpretation of sedimentary basins. *Geophysical Journal International*. 3(1): 63-67.
- Dennis, J. R., Robert, JR., 1996. Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations (Vol. 16). Siam, 395 pages.
- Đặng Văn Liệt, 1995. 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. HCM.
- Đặng Văn Liệt, 2005. Ứng dụng thuật giải di truyền để xác định mật mỏng kết tinh từ tài liệu trọng lực, *Tạp chí Phát triển Khoa học Công nghệ Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh*. 8(12): 21 - 26.
- Haupt, R.L. and Haupt, S.E., 2004. *Practical Genetic Algorithms* (Second edition). Wiley-Interscience, 261 pages.
- Holland, J. H., 1992. *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. MIT press, 211 pages.
- Kelley, C.T., 1999. *Iterative Methods for Optimization*. Siam, 188 pages.
- Lương Phước Toàn, Nguyễn Anh Hào, Bùi Thị Nhanh, Đặng Văn Liệt, 2013. Giải bài toán

- ngược trọng lực dùng thuật giải di truyền. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. 13(3A): 24-33.
- Lương Phước Toàn, Đặng Văn Liệt, 2015. Sử dụng thuật giải di truyền xác định bề dày của bồn trầm tích 2-D với hiệu mật độ thay đổi theo hàm parabol. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ. Đại học Quốc gia TP. HCM. 18(4): 36-46.
- Lương Phước Toàn, Đỗ Đăng Trình, 2014. Xác định mặt móng kết tinh của một số dị thường trọng lực ở vùng đồng bằng sông Cửu Long bằng thuật toán di truyền nhị phân. Tạp chí Khoa học Trường đại Học Cần Thơ. 32A: 1-9.
- Phan Quang Quyết, 1985. Ứng dụng phương pháp thăm dò trọng lực để nghiên cứu cấu trúc địa chất ở đồng bằng sông Cửu Long. Luận án PTS Khoa học, ĐH Mỏ Địa Chất Hà Nội.
- Rao, C.V., Chakravarthi, V. and Raju, M.L., 1993. Parabolic density function in sedimentary basin modelling. Pure and Applied Geophysics. 140(3): 493-501.
- Rao, C.V., Chakravarthi, V., Raju, M. L., 1994. Forward modeling: Gravity anomalies of two-dimensional bodies of arbitrary shape with hyperbolic and parabolic density functions. Computers & Geosciences. 20(5): 873-880.
- Toan, L.P., Liet, D.V., 2015. Using the memetic algorithm to determine the depths of sedimentary basins by 2-D gravity modeling. Lowland Technology International. 17(3): 167-178.
- Toan, L.P, Liet, D.V., 2016. Determining the optimal Tikhonov parameters for 2-D and 3-D gravity inverse problems. The Proceedings of the National Academy of Sciences, Viet Nam, Publishing house for Science and Technology Ha Noi, ISBN 978-604-913-499-9.