Sử dụng thuật toán di truyền xác định bề dày của bồn trầm tích 2-D với hiệu mật độ thay đổi theo hàm parabôn

- **Lương Phước Toàn**
  Trường Đại học Xây dựng Miền Tây
- **Đặng Văn Liệt**
  Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 04 tháng 12 năm 2014, nhận đăng ngày 23 tháng 09 năm 2015)

TÓM TẮT

Trong bài này chúng tôi dùng thuật giải di truyền để tính độ sâu của bồn trầm tích 2-D với hiệu mật độ thay đổi theo hàm parabôn. Mô hình được xây dựng gồm những tấm hình chữ nhật thẳng đứng đặt kề nhau. Độ sâu của các tấm chữ nhật được tính bằng các toán tử di truyền dựa trên các giá trị ngẫu nhiên và độ sâu tối ưu tìm được sau nhiều thế hệ tiến hóa. Thuật giải di truyền sử dụng hàm thích nghi – hàm này là sự kết hợp của hàm lỗi sai số bình phương trung bình của dữ liệu và "chuẩn" của mô hình nhân cho hệ số chỉnh hóa Tikhonov nên giúp cho bài toán được ổn định. Phương pháp được ứng dụng trên mô hình và trên một tuyến dị trường trọng lực ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả tính đúng với mô hình và phương pháp khác.

Từ khóa: *Bồn trầm tích 2-D, hàm mật độ parabôn, thuật giải di truyền.*

MỞ ĐẦU

Nhiệm vụ của thăm dò trọng lực trên bồn trầm tích là xây dựng hình dạng của bồn tức là xác định bề dày của các lớp trầm tích. Có ba nhóm phương pháp tiêu biểu để xác định hình dạng của bồn trầm tích 2-D là (a) xác định độ sâu như phương pháp của Bott năm 1960 [5], (b) xác định mật độ của các ô hình chữ nhật biểu diễn cho bồn trần tích như phương pháp compắc của Last và Kubik năm 1983 [5], và (c) nhóm phương pháp sử dụng số ngẫu nhiên như phương pháp Monte Carlo và thuật toán di truyền [8] để giải bài toán thuộc nhóm (a) hoặc (b). Tại Việt Nam, Đ.V. Liệt và cs. (2009) [2], đã dùng thuật toán di truyền và thuật toán tiến hóa để xác định bề dày của bồn trầm tích 2-D với mô hình là một đa giác có mật độ không đổi; L.P. Toàn và cs. (2013) [4] đã giải bài toán trên bằng thuật toán di truyền với mô hình là các hình chữ nhật thẳng đứng xếp kề nhau với mật độ không đổi. Trong thực tế, mật độ của các đá trầm tích trong bồn tăng dần theo độ sâu, vì mật độ của mặt móng lớn hơn mật độ của các đá trầm tích nên hiệu mật độ giữa các lớp trầm tích và mặt móng giảm dần theo độ sâu; vậy giá trị dị thường trọng lực của mô hình bồn trầm tích thay đổi theo độ sâu. Có nhiều công trình xác định mặt móng của bồn trầm tích dùng phương pháp thuộc nhóm (a) hoặc (b) với hàm hiệu mật độ giảm theo độ sâu là hàm mũ, hàm hipebon, hàm parabôn và hàm đa thức [11].

Rao và cs. (1993) [10] đã dùng tài liệu trọng lực và phương pháp nghịch đảo để xác định hình dạng bồn trầm tích với mô hình là các tấm chữ nhật xếp kề nhau có hiệu mật độ giảm theo độ sâu là hàm parabôn. Trong bài này chúng tôi sử dụng công thức của Rao và cs., nhưng dùng phép tính di truyền để tìm độ sâu tối ưu của các tấm chữ nhật thẳng đứng.

PHƯƠNG PHÁP

Dị thường trọng lực của tấm chữ nhật có hiệu mật độ thay đổi theo hàm parabôn

Xét một vật thể có mặt cắt 2-D có hình dạng bất kỳ, hiệu mật độ của một mặt cắt thay đổi theo độ sâu theo qui luật hàm parabôn [10]:

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

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 ở lớp trên cùng, α (g/cm^3) và β (g/cm^3/km) là hằng số.

Dị thường trọng lực g(x) tại điểm bất kỳ P(x,0) của một tấm hình chữ nhật (Hình 1) có mặt trên nằm trên mặt đất, bề rộng là w, bề dày là z, mật độ thay đổi theo qui luật hàm parabôn (1) được cho bởi [10]:

$$g(x) = 2G\Delta\rho_0^3\Big[(T_1\theta_4 - T_2\theta_3) - (T_3\theta_1 - T_4\theta_2) +$$
$$\ln \alpha - \beta z \alpha T5 - T6 - T5 ln r3 r2 - T6 ln r4 r1 \quad (2)$$

trong đó,

$$T_1 = \frac{\beta(x+w)^2 + \alpha z}{(\alpha - \beta z)(\alpha^2 + \beta^2(x+w)^2)}$$

$$T_2 = \frac{\beta(x-w)^2 + \alpha z}{(\alpha - \beta z)(\alpha^2 + \beta^2(x-w)^2)}$$

$$T_3 = \frac{\beta(x+w)^2}{\alpha(\alpha^2 + \beta^2(x+w)^2)}$$

$$T_4 = \frac{\beta(x-w)^2}{\alpha(\alpha^2 + \beta^2(x-w)^2)}$$

$$T_5 = \frac{(x-w)}{(\alpha^2 + \beta^2(x-w)^2)}$$

$$T_6 = \frac{(x+w)}{(\alpha^2 + \beta^2(x+w)^2)}$$

$$r_1^2 = (x+w)^2,\ r_2^2 = (x-w)^2$$

$$r_3^2 = (x-w)^2 + z^2,\ r_4^2 = (x+w)^2 + z^2$$

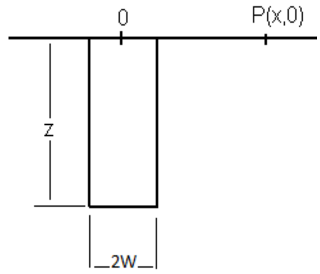
$$\theta_1 = \begin{cases} \pi & khi\ \ x \ge 0 \\ 0 & khi\ \ x < 0 \end{cases}$$

$$\theta_2 = \begin{cases} \pi & khi\ \ x > 0 \\ 0 & khi\ \ x \le 0 \end{cases}$$

$$\theta_3 = \pi/2 + tan^{-1}((x-w)/z)$$

$$\theta_4 = \pi/2 + tan^{-1}((x+w)/z)$$

G là hằng số hấp dẫn

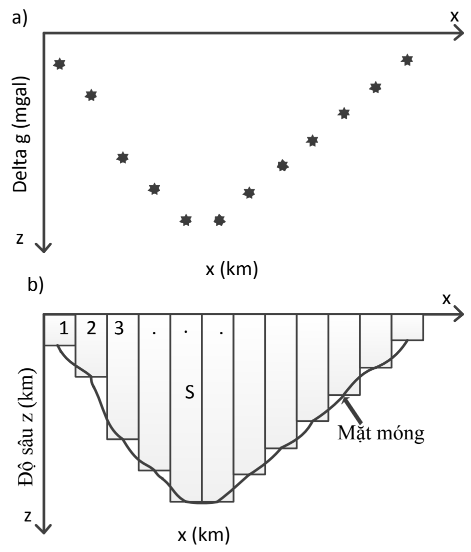


Hình 1. Tấm chữ nhật và P là điểm quan sát

Mô hình bồn trầm tích

Giả sử bồn trầm tích kéo dài theo phương y và có mật độ tăng theo độ sâu theo quy luật hàm parabôn; mặt cắt của bồn trầm tích theo phương x được mô hình hóa bằng N tấm hình chữ nhật thẳng đứng đặt kề nhau, các tấm có bề rộng bằng nhau và mật độ thay đổi theo qui luật hàm parabôn, mặt trên trùng với mặt đất và điểm đo đặt tại trung điểm cạnh trên của mỗi tấm (Hình 2). Vậy số tấm hình chữ nhật bằng với số điểm quan sát. Tấm thứ j tác dụng lên điểm đo thứ i một giá trị trong lực là g_{ji} cho bởi công thức (2); do đó, giá trị trọng lực tại điểm thứ i do mô hình gây ra là:

$g_i = \sum_{j=1}^{N} g_{ji} \quad (j = 1,2,\ldots,N)$: ứng với i lần lượt là 1, 2, . . ., N (3)



Hình 2. Mô hình bồn trầm tích

Lời giải của bài toán là tập hợp các độ sâu z_j của các tấm hình chữ nhật (j =1, 2, . . . , N), chúng liên hệ đến giá trị dị thường trọng lực quan sát gi tại điểm quan sát thứ i ($x = x_i$, $y = y_i$ và $z = z_i = 0$) bởi biểu thức phi tuyến:

$$g_i = \sum_{j=1}^{N} f(z_j, r_i) \quad i = 1, 2, ..., N \tag{4}$$

trong đó, $f(z_j,r_i)$ là dị thường trọng lực tại điểm thứ i do tấm chữ nhật thứ j có hiệu mật độ thay đổi theo độ sâu cho bởi công thức (1) và độ sâu là z_j được cho bởi công thức (2). Gọi $\Delta\mathbf{G}^0 = [\Delta g_1^0, \Delta g_2^0, ..., \Delta g_N^0]$ là vectơ chứa N giá trị dị thường trọng lực quan sát; $\Delta\mathbf{G} = [\Delta g_1, \Delta g_2, . . ., \Delta g_N]$ là vectơ chứa N giá trị dị thường trọng lực tính từ mô hình ứng với các tấm chữ nhật có độ sâu chứa trong vectơ $\mathbf{Z} = [z_1, z_2, . . ., z_N]$.

Xác định độ sâu của bồn trầm tích bằng thuật toán di truyền

Thuật toán di truyền dựa trên nguyên tắc cạnh tranh của sinh vật trong tự nhiên; theo đó, dưới những điều kiện chọn lọc của môi trường, trong một quần thể thì cá thể nào có độ thích nghi cao nhất sẽ có cơ hội sống sót nhiều nhất so với những cá thể khác. Vậy về mặt toán học, thuật toán di truyền là bài toán tìm cực đại của hàm thích nghi [1]. Trong việc giải bài toán ngược trọng lực trên máy tính, lời giải đạt được khi sai số bình phương trung bình giữa giá trị dị thường quan sát và giá trị dị thường tính đạt cực tiểu. Do đó, có thể áp dụng thuật toán di truyền vào việc giải bài toán ngược trọng lực, với hàm thích nghi là nghịch đảo của sai số bình phương trung bình.

Tuy nhiên, theo lý thuyết giải bài toán ngược tuyến tính, ngoài việc xét cực tiểu của sai số bình phương trung bình giữa giá trị dị thường quan sát và giá trị dị thường tính, người ta còn xét cực tiểu của sai số do mô hình, còn gọi là "chuẩn" của mô hình, hàm tổng này được gọi là hàm mục tiêu [9, 11]:

$$\phi = \phi_d + \beta_T \phi_m \rightarrow min \tag{5}$$

trong đó,

$\phi_d = \sum_{i=1}^{N} \frac{(g_{obs}^i - g_{cal}^i)^2}{N}$ là sai số bình phương trung bình gây ra do dữ liệu

$\phi_m = \sum_{i=1}^{N} (z_{i-1} - z_i)^2$ là sai số do mô hình

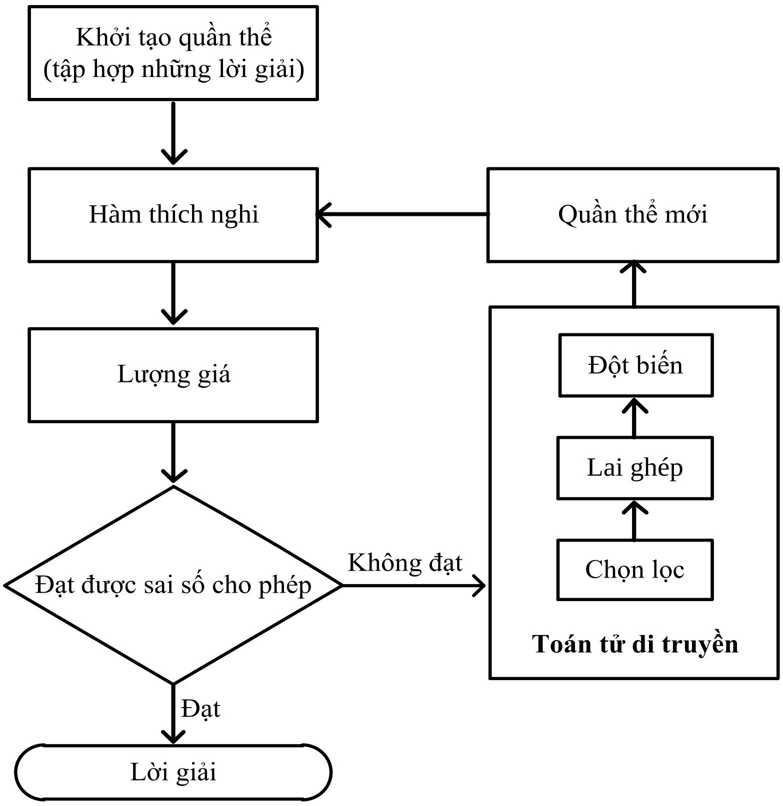
và β_T là tham số chỉnh hóa hay tham số Tikhonov nhằm điều chỉnh sự cân bằng giữa ϕ_d và ϕ_m. Việc chọn β_T sẽ được trình bày trong phần tiếp theo.

Từ điều kiện (5), việc giải bài toán ngược trọng lực bằng thuật toán di truyền được qui về bài toán tìm cực đại của hàm thích nghi khi hàm thích nghi là nghịch đảo của hàm mục tiêu:

$$\phi_{t\_n} = \frac{1}{\phi_d + \beta_T \phi_m} \rightarrow max \tag{6}$$

Lưu đồ tổng quát của thuật toán di truyền được biểu diễn trên Hình 3. Theo lưu đồ này, việc tìm lời giải của bài toán bằng thuật toán di truyền được thực hiện qua các bước: khởi tạo quần thể, tính giá trị hàm thích nghi, chọn lọc, lai ghép và đột biến để tạo quần thể mới. Có hai điểm khác biệt và cũng là ưu điểm của thuật toán di truyền trong việc giải bài toán ngược trọng lực so với các phương pháp khác là việc khởi tạo lời giải và hiệu chỉnh lời giải. Với mô hình trên Hình 2, lời giải là một tập hợp N độ sâu z_j (j = 1, 2, . . ., N) của N tấm hình chữ nhật. Theo các phương pháp khác, chỉ khởi tạo duy nhất một tập hợp lời giải (một mô hình) $Z = [z_1^0, z_2^0, ..., z_N^0]$, rồi dựa vào một công thức để hiệu chỉnh dần các độ sâu của mô hình cho tới khi đạt điều kiện hội tụ. Theo phương pháp dùng thuật toán di truyền, khởi tạo cùng lúc M tập hợp lời giải (M mô hình) $Z_{NM} = [z_1^{0k}, z_2^{0k}, ..., z_N^{0k}]$ (k = 1, 2, . . ., M), sau đó hiệu chỉnh các tập hợp lời giải này thông qua qui luật tự nhiên là chọn lọc, lai ghép và đột biến để sau cùng chọn ra một bộ lời giải tốt nhất từ M bộ lời giải tìm được. Vậy việc chọn lựa lời giải tối ưu là phong phú và việc hiệu chỉnh mang tính khách quan vì không dựa trên một công thức nào.

Khởi tạo quần thể: quần thể là tập hợp nhiều cá thể, mỗi cá thể được cấu tạo bởi nhiều gen. Trong bài toán ngược trọng lực, mỗi cá thể là một tập lời giải với mỗi gen là một lời giải. Với mô hình trên Hình 3, lời giải là độ sâu z_i của N tấm hình chữ nhật, nên mỗi cá thể sẽ có N gen và giả sử quần thể gồm M cá thể (M mô hình). Vậy quần thể là một ma trận M × N, với M là kích thước quần thể và N số gen của một cá thể và đó là giá trị phải tìm (độ sâu của các tấm chữ nhật) chúng được chứa trên mỗi hàng của ma trận quần thể. Trong bài này, cá thể biểu diễn bằng các số thực để tránh thời gian giải mã và số lượng cá thể ít nhất phải gấp hai lần số biến [7].



Hình 3. Lưu đồ giải bài toán ngược trọng lực bằng thuật toán di truyền

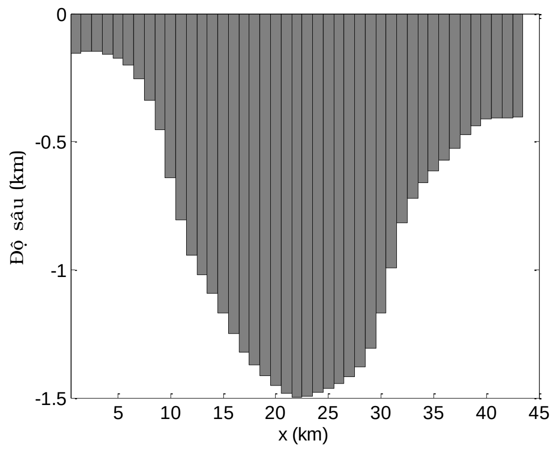
Chọn lọc, lai ghép, đột biến: các cá thể được lượng giá bằng giá trị cực đại của hàm thích nghi (6), sau đó sắp xếp chúng theo thứ tự giá trị hàm thích nghi giảm dần, giá trị hàm thích nghi lớn nhất ứng với cá thể tốt nhất và mỗi thế hệ tiến hóa giữ lại 50 % lượng cá thể ở nhóm trên. Để lai ghép dùng phương pháp kết đôi ngẫu nhiên theo trọng số (weighted random pairing) để chọn ra từng cặp cho lai ghép vì phương pháp này giống với sự kết hợp trong tự nhiên và dùng phép lai ghép đơn điểm, vị trí lai ghép được phát sinh ngẫu nhiên tại vị trí bất kỳ trong cá thể. Các cá thể sau khi lai ghép sẽ thay thế những cá thể có độ thích nghi kém đã bị loại. Quần thể được đột biến theo phương pháp đơn điểm để tạo ra các cá thể có độ thích nghi tốt hơn, số lần đột biến phụ thuộc vào kích thước quần thể và tỉ lệ đột biến được chọn là 0,15; sau đó giữ lại một số cá thể có độ thích nghi cao [7].

Chương trình tính được xây dựng bằng ngôn ngữ Matlab.

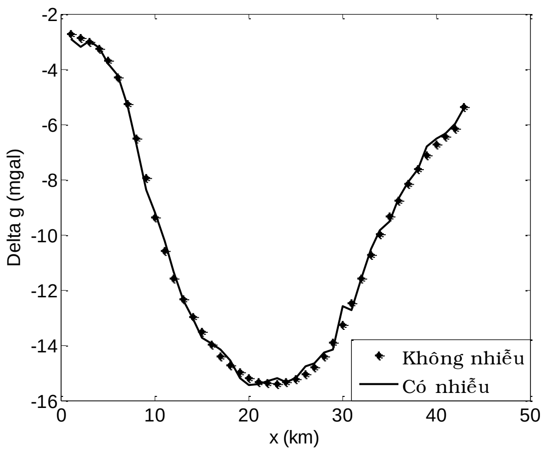
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Áp dụng trên mô hình

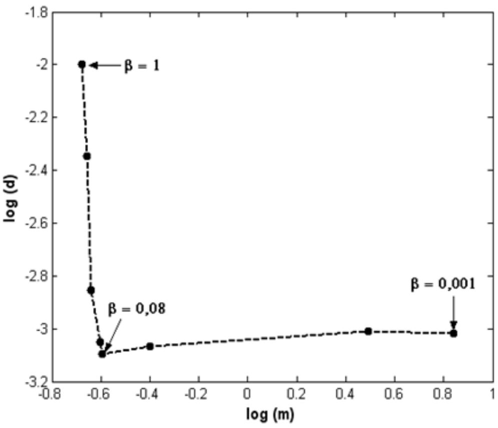
Mô hình của bồn trầm tích gồm 43 tấm chữ nhật, ứng với 43 điểm quan sát ở trung điểm cạnh trên của mỗi tấm (Hình 4); khoảng cách giữa hai điểm quan sát là 0,5 km, độ sâu cực đại là 1,498 km, độ sâu cực tiểu 0,147 km. Dùng công thức (1) và (2) với $\Delta\rho_0$ = - 0,5206 (g/cm3), hệ số α = 0,5807 và β = - 0,2058 để tính dị thường trọng lực của mô hình. Trong Hình 5, đường * là dị thường trọng lực tính từ mô hình và đường liền là dị thường trọng lực tính từ mô hình có cộng thêm nhiễu trắng Gauss (dùng hàm awgm của Matlab). Do dữ liệu thực luôn luôn chứa nhiễu, nên chúng tôi dùng giá trị trọng lực của mô hình có chứa nhiễu làm giá trị dị thường quan sát để tính độ sâu của bồn trầm tích bằng thuật toán di truyền.



Hình 4. Mô hình



Hình 5. Dị thường trọng lực của mô hình



Hình 6. Đường cong L xác định β_T (m ký hiệu cho ϕ_m và d ký hiệu cho ϕ_d, β hệ số Tikhonov)

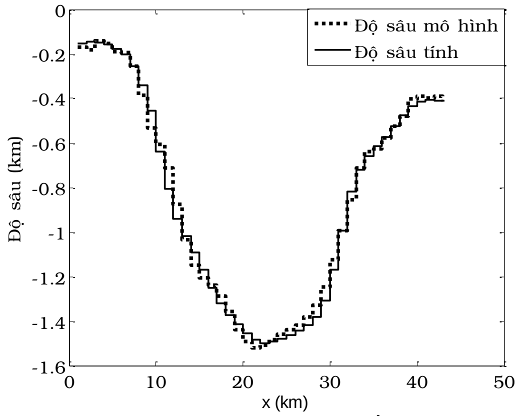
Chọn tham số chuẩn hóa β_T: do trong hàm thích nghi (6) có chứa tham số chuẩn hóa Tikhonov β_T, nên trước khi áp dụng thuật toán di truyền phải chọn tham số này. Trong bài này chúng tôi dùng phương pháp đường cong L (L – curve) để xác định β_T như sau. Giải bài toán đặt ra ở trên bằng thuật toán di truyền 8 lần, mỗi lần chọn một giá trị β_T khác nhau có giá trị từ 1 đến 0,001 và dừng lại khi sai số ϕ_d = 0,001 hay sau 1500 vòng lặp. Các giá trị ϕ_d, ϕ_m, β_T được lưu lại sau mỗi lần chạy. Biểu diễn đồ thị của log10(ϕ_d) theo log10(ϕ_m) có dạng hình chữ L gọi là đường cong L. Giá trị tham số chỉnh hóa tại điểm góc của đường cong L ứng với giá trị cân bằng tốt nhất giữa hai thành phần của hàm thích nghi; lúc đó, giá trị "chuẩn" của mô hình vừa đủ nhỏ để sai số trung bình bình phương giữa giá trị dị thường quan sát và tính toán đạt giá trị mong muốn [6].

Đường cong L để xác định tham số chỉnh hóa β_T biểu diễn trong Hình 6. Kết quả cho thấy giá trị β_T = 0,08 nằm ở góc đường cong L ứng với giá trị ϕ_m = 0,255 và ϕ_d = 0,0008. Chúng tôi sử dụng giá trị này trong hàm thích nghi để tìm lời giải của bồn trầm tích:

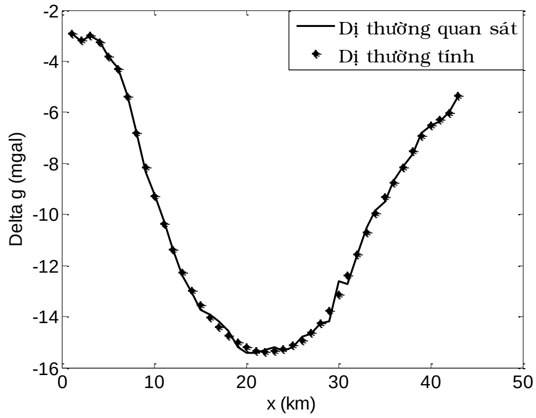
$$\phi_{t\_n} = \frac{1}{\phi_d + 0{,}08\phi_m} \qquad (7)$$

Chọn các tham số của thuật toán di truyền: lời giải của mô hình là độ sâu của 43 tấm hình chữ nhật. Để giải bài toán bằng thuật toán di truyền cần phải có các tham số cụ thể sau đây. Quần thể ban đầu gồm tập hợp 100 cá thể; mỗi cá thể gồm 43 gen (biến độ sâu) được tạo ngẫu nhiên trong khoảng từ 0 đến 3 km. Dùng công thức (2) để tính dị thường trọng lực do các cá thể gây ra. Các cá thể này được lượng giá bằng hàm thích nghi (7). Các giá trị thích nghi được sắp giảm dần và chọn 50 % cá thể có độ thích nghi cao giữ lại. Trong các cá thể tốt này, chọn ngẫu nhiên để lai ghép, có 50 cá thể sau khi lai ghép có độ thích nghi cao sẽ thay thế 50 cá thể đã bị loại trước đó. Sau đó, quần thể mới được đột biến đơn điểm với xác suất đột biến là 0,15 [7] có 10 cá thể có độ thích nghi cao nhất sẽ không đột biến. Với các thông số của thuật toán di truyền này, chúng tôi áp dụng để tính độ sâu của mô hình trong trường hợp dữ liệu quan sát có chứa nhiễu.

Quá trình tính độ sâu của mô hình dừng lại khi sai số ϕ_d = 0,0001 hoặc đạt 1500 thế hệ tiến hóa (vòng lặp). Kết quả đạt được sau 1500 thế hệ tiến hóa, với sai số ϕ_d = 0,0239; giá trị các gen của cá thể này được chọn là lời giải của bài toán. Kết quả được biểu diễn trong Hình 7 cho thấy độ sâu tính được (đường liền) gần đúng với độ sâu của mô hình (đường chấm). Hình 8 là dị thường trọng lực của mô hình (đường liền) và dị thường trọng lực tính từ mô hình là lời giải của thuật toán di truyền (dấu *).



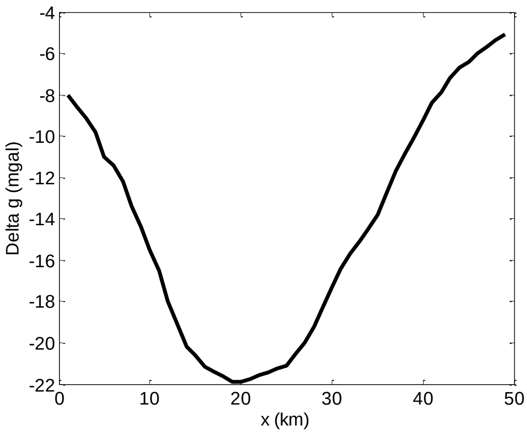
Hình 7. Độ sâu của mô hình và kết quả tính



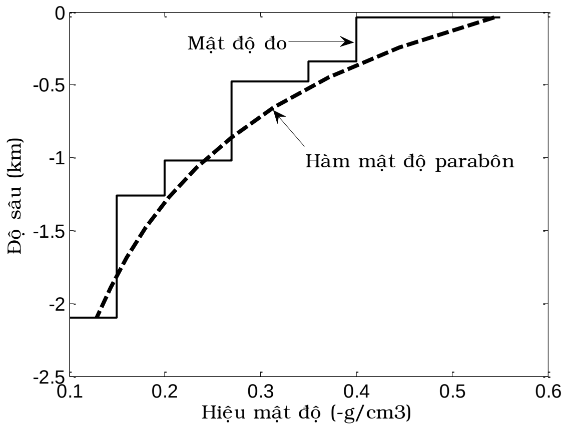
Hình 8. Dị thường trọng lực của mô hình và dị thường trọng lực tính từ kết quả

Áp dụng trên dữ liệu thực

Dữ liệu: sử dụng bản đồ Bouguer của vùng Đồng bằng sông Cửu Long tỉ lệ 1/500.000 do Đoàn Dầu khí Đồng bằng sông Cửu Long đo từ năm 1976 đến năm 1981 [3], sau đó tính bản đồ dị thường trọng lực địa phương qua việc tính trường trọng lực khu vực là đa thức bậc hai theo kinh độ và vĩ độ (tính bằng phương pháp bình phương tối thiểu). Dữ liệu là một tuyến đo có phương Tây Bắc, Đông Nam cắt qua dị thường địa phương An Giang có 49 giá trị và mỗi giá trị cách nhau 0,5 km (Hình 9).



Hình 9. Dị thường trọng lực địa phương An Giang



Hình 10. Hàm hiệu mật độ của bồn trầm tích

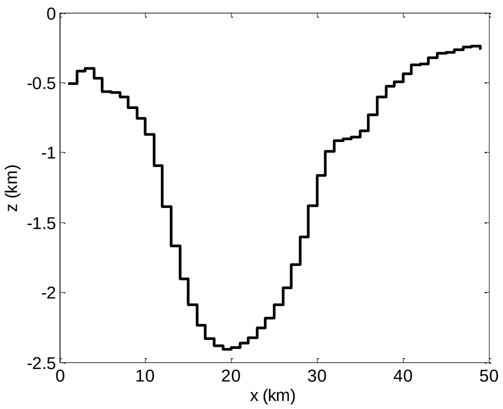
Hàm mật độ: để xác định độ sâu của dị thường trọng lực An Giang khi các lớp trầm tích có mật độ thay đổi theo độ sâu theo qui luật hàm parabôn, trước hết phải xác định các tham số của phương trình (1). Sử dụng tham số của giếng khoan sâu nhất đến mặt móng trong vùng Đồng bằng sông Cửu Long là giếng khoan Cửu Long (2100 m) để tính các tham số này. Hình 10 biểu diễn xấp xỉ hàm mật độ parabôn trong phương trình (1) (đường chấm) và dữ liệu thực (đường liền). Kết quả như sau:

$$\Delta\rho(z) = \frac{-0{,}55^3}{(0{,}5419 - 0{,}2828z)^2} \qquad (9)$$

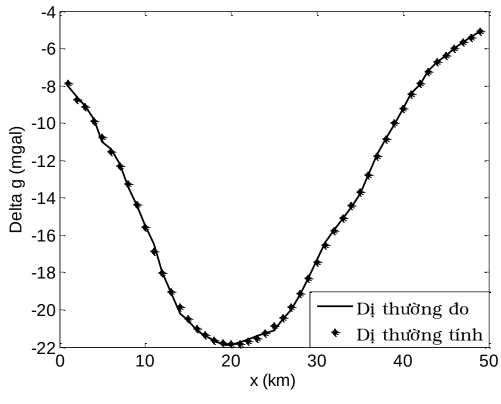
Chọn các tham số của thuật giải di truyền: quần thể gồm 100 cá thể, mỗi cá thể có 49 gen (biến độ sâu) được tạo ngẫu nhiên trong khoảng 0 km đến 3 km. Giá trị dị thường trọng lực do từng cá thể trong quần thể được tính theo công thức (2) với $\Delta\rho_0$ = - 0,55 (g/cm3), α = 0,5419 và β = - 0,2828; giá trị dị thường trọng lực do mô hình gây ra được tính từ công thức (3). Trong mỗi thế hệ tiến hóa (lần lặp) tính giá trị thích nghi của từng cá thể này bằng công thức (7); các giá trị thích nghi được sắp giảm dần và chọn 50 % cá thể có độ thích cao giữ lại. Trong các cá thể tốt này, chọn ngẫu nhiên để lai ghép, có 50 cá thể sau khi lai ghép có độ thích nghi cao để thay thế 50 cá thể đã bị loại trước đó. Quần thể mới này sẽ được đột biến đơn điểm với xác suất đột biến là 0,15 và giữ lại 10 cá thể có độ thích nghi cao nhất không đột biến. Với các tham số của thuật toán di truyền này, chúng tôi áp dụng để tính bề dày các lớp trầm tích của dị thường trọng lực địa phương An Giang.

Kết quả: quá trình tính bề dày của các lớp trầm tích của dị thường An Giang dừng lại khi sai số ϕ_d = 0,0001 hoặc đạt 1500 thế hệ tiến hóa. Kết quả đạt được sau 1500 thế hệ tiến hóa, với sai số ϕ_d = 0,0136; giá trị các gen của cá thể này được chọn là lời giải của bài toán. Kết quả được biểu diễn trong Hình 11 cho thấy mặt móng có độ sâu khoảng 0,5 km ở phía Tây Bắc, tăng dần đến độ sâu cực đại 2,4 km ở km thứ 20, rồi dốc ngược về phía Đông Nam và đạt độ sâu khoảng 0,24 km ở cuối tuyến. Hình 12 là dị thường trọng lực địa phương và dị thường trọng lực tính từ kết quả tính được (dấu *).

Để kiểm tra kết quả trên, chúng tôi áp dụng phương pháp nghịch đảo (phương pháp của Bott) để tính trên dị thường An Giang với mô hình là các tấm chữ nhật có mật độ thay đổi theo hàm parabôn [10] như đã dùng trong thuật toán di truyền. Kết quả tính của hai phương pháp gần như nhau và được trình bày trong Bảng 1.



Hình 11. Độ sâu của bồn trầm tích



Hình 12. Dị thường trọng lực địa phương và dị thường trọng lực tính từ kết quả

Bảng 1. Kết quả của phương pháp dùng thuật toán di truyền và phương pháp nghịch đảo

Dị thường	P.P. dùng thuật giải di truyền			P.P. nghịch đảo		
	Min (km)	Max (km)	Sai số	Min (km)	Max (km)	Sai số
An Giang	0,2392	2,4205	0,0136	0,2559	2,3828	0,0992

KẾT LUẬN

Từ dị thường trọng lực quan sát 2-D, chúng tôi tính bề dày của bồn trầm tích 2-D có mật độ thay đổi theo độ sâu là hàm parabôn; việc này làm cho việc tính toán phù hợp với thực tế hơn vì mật độ của các lớp trầm tích tăng theo độ sâu. Ngoài ra, trong bài này chúng tôi sử dụng hàm thích nghi của thuật giải di truyền là nghịch đảo của hàm mục tiêu, hàm này là hàm kết hợp giữa sai số bình phương trung bình của dữ liệu quan sát và dữ liệu tính với "chuẩn" của mô hình nhân với hệ số chỉnh hóa Tikhonov; việc này làm cho lời giải của bài toán không bị phân tán. Đây là hai ưu điểm so với công trình trước đây [4]. Về bề dày của lớp trầm tích của dị thường An Giang, kết quả tính toán bằng thuật toán di truyền và phương pháp nghịch đảo cho kết quả gần như nhau. Tuy nhiên, trong phương pháp nghịch đảo, độ sâu ban đầu được ước tính từ dị thường quan sát và việc điều chỉnh độ sâu dựa vào sai số giữa dị thường quan sát và dị thường tính và chỉ cho ra duy nhất một bộ lời giải; nên lời giải không phong phú và chưa mang tính khách quan; ưu điểm của phương pháp là thời gian tính toán nhanh. Như đã trình bày bên trên phương pháp dùng thuật toán di truyền, tính toán cùng lúc trên nhiều bộ lời giải (nhiều mô hình) và lời giải ban đầu được tạo ra ngẫu nhiên, việc điều chỉnh độ sâu được thực hiện bằng các toán tử tiến hóa tự nhiên và sau cùng chọn một bộ lời giải (một mô hình) tốt nhất trong nhiều bộ lời giải là đáp số; do đó, lời giải phong phú và mang tính khách quan; nhược điểm của phương pháp là khối lượng tính toán lớn nên thời gian tính lâu. Tuy nhiên, với đà phát triển của máy tính, tốc độ tính toán ngày càng nhanh nên hiện nay các phương pháp này ngày càng được sử dụng rộng rãi.

Kết quả của bài báo là tiền đề để xác định hình dạng bồn trầm tích 3-D có mật độ thay đổi theo độ sâu là hàm parabôn bằng thuật toán di truyền.

Lời cảm ơn: *Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn đến Ban Tổ chức và Ban Thư ký của Hội nghị Khoa học lần 9 trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM.*

Using genetic algorithm to determine 2-D gravity modeling of sedimentary basins with density contrast varying parabolically with depth

- **Luong Phuoc Toan**
  Mien Tay Construction University
- **Dang Van Liet**
  University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

A program of genetic algorithm has been developed to estimate the depth of a 2-D sedimentary basin whose density contrast varies with depth according to a parabolic law. The model was built consisting of 2-D vertical juxtaposed prisms. Depths of the prisms, computed by genetic algorithm based on random values and optimal depths were finally found after many generations of evolution. The genetic algorithm using the fitness function was combined by root mean square error of data and "norm" model and the latter was multiplied by a Tikhonov regularization parameter to stabilize the solutions. Firstly, the method was tested on a model and its result were coincident with the model. Secondly, it was applied to interprete a profile of gravity anomaly in Mekong Delta. The results showed that the calculate and observed gravity anomalies were well fitted.

Key words: *sedimentary basin, parabolic density function, genetic algorithm.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. H. Kiếm, L.H. Thái, Thuật toán di truyền – Cách giải tự nhiên các bài toán trên máy tính, Nhà xuất bản Giáo dục (2000).

[2]. Đ.V. Liệt, Ô.D. Thiện, P.V. Lành, P.N. Thuần, N.V. Chinh, Áp dụng thuật toán tiến hóa cải tiến để giải bài toán ngược trọng lực, *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, 31, 4, 39-402 (2009).

[3]. P.Q. Quyết, 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 (1985).

[4]. L.P. Toàn, N.A. Hào, B.T. Nhanh, Đ.V. Liệt, Giải bài toán ngược trọng lực dùng thuật giải di truyền, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 13, 3A, 24-33 (2013).

[5]. J.R. Blakely, Potential theory in gravity and magnetic applications, Cambridge University Press, New-York (1995).

[6]. C.G. Farquharson, D.W. Oldenburg, A comparison of automatic techniques for estimating the regularization parameter in non-linear inverse problem, *Geophys. J. Int*, 156, 411-425 (2004).

[7]. R.L. Haupt, S.E. Haupt, Practical genetic algorithms, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey (2004).

[8]. R.A. Krahenbuhl, Y. Li, Inversion of gravity data using a binary formulation, Center for Gravity, Electrical & Magnetic Studies, Department of Geophysics, Colorado School of Mines, USA (2006).

[9]. D.W. Oldenburg, Y. Li, Inversion for applied geophysics: A tutorial, www.eos.ubc.ca/ubcgif/iag/tutorials/tutorial-v9.pdf

[10]. C.V. Rao, V. Chakravarthi, M.L. Raju, Density function in sedimentary basin modelling, *Pageoph*, 140, 3, 493-501 (1993).

[11]. J.B.C. Silva, D.C.L. Costa, V.C.F. Barbosa, Gravity inversion of basement relief and estimation of density contrast variation with depth, *Geophysics*, 71, J51–J58 (2006).