

Ứng dụng sai phân năng lượng của sóng điện từ tần số cao trong phát hiện dị vật ngầm tại thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Nguyễn Văn Thuận*, Lê Văn Anh Cường



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Phương pháp ra đa xuyên đất (GPR) được ứng dụng mạnh mẽ trong các công tác khảo sát công trình ngầm như: hệ thống cấp nước, thoát nước thải, cáp điện và viễn thông. Đối với các khảo sát phần nông, phương pháp GPR có lợi thế về thu thập dữ liệu nhanh, không phá hủy cấu trúc bề mặt và cung cấp thông tin môi trường bên dưới mặt đất với độ phân giải cao. Trong quá trình xử lý số liệu GPR, vận tốc truyền sóng đóng vai trò quan trọng giúp hiển thị chính xác các cấu trúc địa chất theo độ sâu. Trước đây, người ta thường sử dụng vận tốc tiên nghiệm (theo bảng chuẩn đại diện cho một số môi trường) nên kết quả thường sai lệch khi môi trường phân bố phức tạp. Trong bài nghiên cứu này, chúng tôi trình bày kỹ thuật xử lý dữ liệu tự động và bán tự động để xác định: (i) vận tốc môi trường và (ii) thông tin của các dị vật trong mặt cắt GPR được thu thập theo kiểu khoảng cách chung (CO) từ các ăng ten có màn chắn. Bước thứ nhất là ứng dụng dịch chuyển Kirchoff và các biểu đồ sai phân năng lượng một cách tự động để đánh giá vận tốc của môi trường. Bước thứ hai là đánh giá kết quả sau dịch chuyển của các hyperbol tán xạ. Khi dịch chuyển với vận tốc đúng, các hyperbol tán xạ sẽ hội tụ thành một vùng có kích thước nhỏ (lý tưởng là hội tụ tại điểm tán xạ) và có năng lượng cực đại. Phương pháp này cung cấp cách tính vận tốc một cách tự động và có thể xác định các dị vật từ các tín hiệu yếu. Cuối cùng, chúng tôi áp dụng các bước xử lý này để đánh giá vận tốc, vị trí và kích thước đối của tượng ngầm đối với dữ liệu GPR đo thực tế tại quận Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam.

Từ khoá: sai phân năng lượng, xử lý dữ liệu GPR, dịch chuyển Kirchoff

GIỚI THIỆU

Phương pháp ra đa xuyên đất (GPR) sử dụng sóng điện từ tần số cao (10 MHz đến 2500 MHz) để khảo sát cấu trúc địa chất nông bên dưới mặt đất^{1,2}. Các phương trình sóng điện từ được dẫn xuất từ hệ phương trình Maxwell^{3,4}. Lát cắt GPR thể hiện các hình ảnh độ phân giải cao bằng cách ghi nhận những tín hiệu sóng điện từ tạo ra bởi các ăng ten phát, lan truyền vào môi trường và phản xạ trở lại ăng ten thu sau khi va chạm tại các ranh giới giữa hai vùng có sự khác biệt về trở kháng liên quan đến tính chất điện (độ điện thẩm, độ từ thẩm và độ dẫn điện) trong môi trường^{5,6}. Việc phân tích các giản đồ truyền sóng tán xạ và phản xạ sẽ cung cấp thông tin các cấu trúc bất đồng nhất về độ điện thẩm tương đối trong môi trường⁷. GPR được ứng dụng phổ biến trong khảo sát địa chất, nghiên cứu các hố sụt, các vết nứt, đặc biệt là định vị các vật thể bị chôn vùi (ống cấp nước, ống xả thải, cáp điện và cáp viễn thông)⁸⁻¹². Vận tốc truyền sóng điện từ tính từ độ điện thẩm tương đối là thông số quan trọng giúp hiệu chỉnh hình ảnh các dị vật ngầm và cấu trúc địa chất về vị trí thực thông qua các bước xử lý. Độ điện thẩm tương đối không thể xác định nếu không có thông tin của lỗ

khoan nên vận tốc môi trường được đánh giá thông qua một số phương pháp phổ biến như: điểm giữa chung (CMP), định vị vật thể đã biết độ sâu hoặc các phương pháp dịch chuyển¹³⁻¹⁵.

Trong bài nghiên cứu, chúng tôi trình bày sự kết hợp giữa các bước xử lý dữ liệu, kỹ thuật dịch chuyển Kirchoff và sai phân năng lượng để tính toán các tham số vật lý trong mặt cắt GPR bằng chương trình Matlab (Mathworks)¹³⁻¹⁵. Trước tiên, dữ liệu GPR đo đạc theo kiểu khoảng cách chung (CO) bởi ăng ten có màn chắn được xử lý bởi các bước cơ bản (các kỹ thuật khử nhiễu tần số, nhiễu nền, khuếch đại tín hiệu) để tăng tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (Hình 2)^{15,16}. Sau đó, sai phân năng lượng được sử dụng để xác định vị trí dị thường và tính toán vận tốc truyền sóng của môi trường¹⁵. Cuối cùng, mặt cắt GPR sau khi dịch chuyển với vận tốc đúng có thể đưa các tín hiệu tán xạ về vị trí thực để phục vụ bước minh giải.

PHƯƠNG PHÁP

Trong đo đạc GPR, khi dị vật nhận năng lượng sóng từ ăng ten phát thì tại mỗi điểm trên bề mặt dị vật này trở thành nguồn phát sóng thứ cấp theo nguyên lý Huyghen – Fresnel gây ra hiện tượng phản xạ và

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Văn Thuận, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: nvthuan@hcmus.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 2020-06-26
- Ngày chấp nhận: 2020-12-17
- Ngày đăng: 2021-01-23

DOI: 10.32508/stdjns.v5i1.923



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Thuận N V, Cường L V A. Ứng dụng sai phân năng lượng của sóng điện từ tần số cao trong phát hiện dị vật ngầm tại thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(1):925-932.

tán xạ sóng. Điều kiện tán xạ xảy ra phổ biến trong phương pháp GPR, phụ thuộc vào hình dạng ranh giới và vật thể so với bước sóng tới¹⁷. Đối với các dị vật ống tròn, vùng tán xạ sóng thường là đỉnh của ống. Khi ống tròn có kích thước lớn thì sẽ có hai nguồn sóng tán xạ (từ đỉnh) và phản xạ (từ mặt trên của ống có kích thước lớn). Phản xạ từ mặt trên ống tròn có thể cho một cung tròn phản xạ trên mặt cắt GPR sau dịch chuyển với vận tốc đúng. Khi dịch chuyển với vận tốc không phù hợp (lớn hơn vận tốc đúng), cung tròn phản xạ có khuynh hướng thu gọn thành một vùng điểm nhỏ⁶. Trong dịch chuyển với vận tốc bé hơn vận tốc môi trường, hiện tượng sóng cong xuống “cau mày (frown)” sẽ xuất hiện và dễ dẫn đến việc minh giải sai kích thước mặt trên của dị vật. Ở đây, kích thước dị vật là một ẩn số. Do đó, để có một cách xác định tối ưu kích thước dị vật và vận tốc môi trường (khi không có thông tin tiên nghiệm), chúng tôi xét đến hình dạng phẳng nhất của tín hiệu pha sóng đầu tiên trong các cộng sóng (trace) sau dịch chuyển gần đỉnh hyperpol⁶.

Dữ liệu ban đầu được đo đạc bởi các ăng ten có màn chắn (lọc các nhiễu nhân tạo trên mặt đất) có tần số phù hợp với kích thước dị vật ngầm cần nghiên cứu, thực hiện trong điều kiện môi trường thuận lợi (tránh mưa và các môi trường có điện trở suất thấp) và tuân thủ đúng yêu cầu kỹ thuật của thiết bị để hạn chế nhiễu. Chú ý rằng, khoảng cách ăng ten phát Tx và thu Rx là cố định (kiểu khoảng cách chung) nên vị trí x của ăng ten, thời gian phản xạ t và vận tốc truyền sóng v trong môi trường (Hình 1) thỏa mãn phương trình hyperbol^{14,18}:

$$\frac{t^2}{t_0^2} - \frac{4(x-x_0)^2}{v^2 t_0^2} = 1$$

Như vậy, hình ảnh dị vật trong dữ liệu ban đầu được biểu diễn bởi các đường cong dạng hyperbol do các tín hiệu của sóng GPR tán xạ trên bề mặt dị vật gây ra (Hình 1). Từ dữ liệu ban đầu, kích thước và độ sâu của dị vật là chưa biết. Do đó, chúng tôi áp dụng kỹ thuật dịch chuyển Kirchhoff đối với những hyperbol có dạng đối xứng để tính toán vận tốc môi trường. Với vận tốc đúng, các đường cong hyperbol chuyển thành các vùng năng lượng hội tụ, kết quả này chính xác hơn đối với trường hợp dị vật có kích thước nhỏ so với dị vật kích thước lớn.

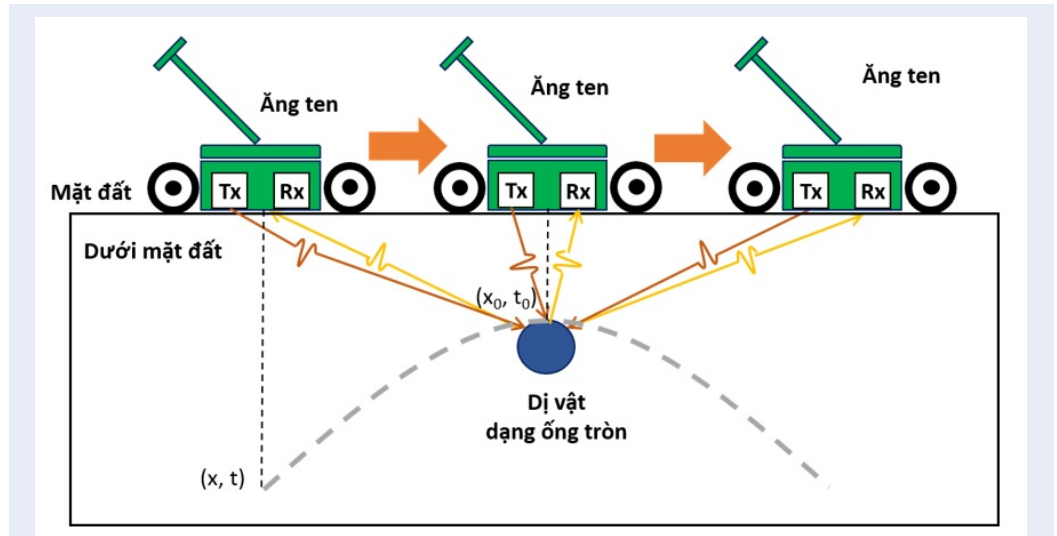
Cách tiếp cận của chúng tôi là tập trung vào phân tích sự hội tụ của hyperbol tán xạ sau dịch chuyển của các dị vật có dạng ống tròn thực tế. Đối với vùng tán xạ có kích thước nhỏ, dịch chuyển bởi vận tốc đúng mang đến vùng điểm có năng lượng cao nhất tại đỉnh của nó, đây là kết quả của quá trình cộng dồn các xung

sóng đồng pha theo quỹ đạo hyperbol như ý tưởng của dịch chuyển Kirchhoff¹³. Ngược lại, vận tốc sai sẽ tạo nên các đường cong hướng lên (vận tốc dịch chuyển lớn hơn vận tốc thực của môi trường) hoặc hướng xuống (vận tốc dịch chuyển bé hơn vận tốc thực)¹³.

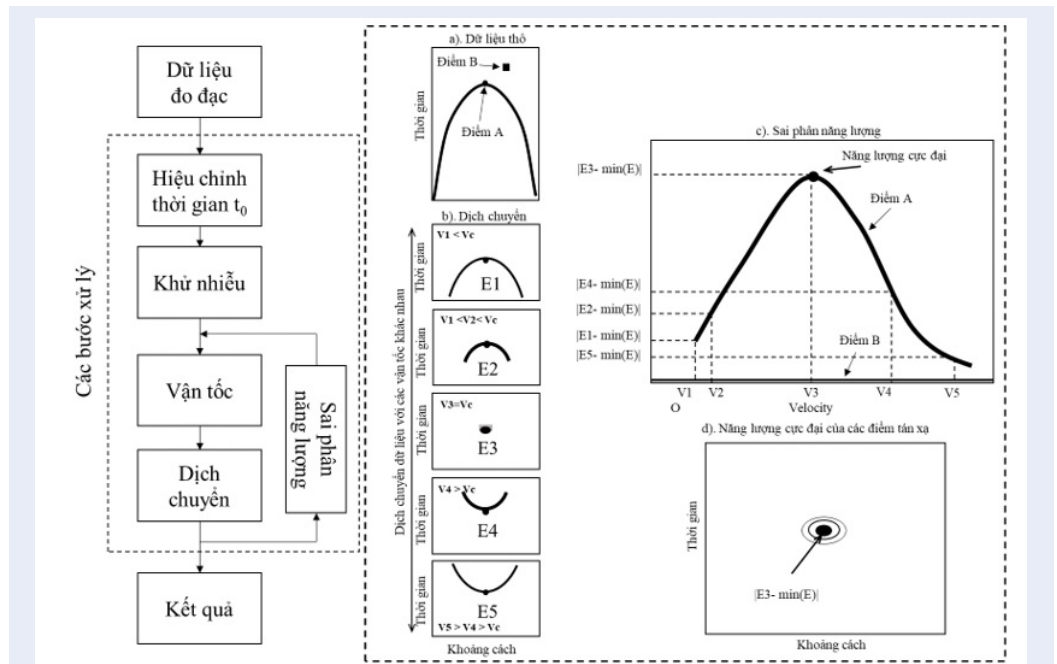
Bước đầu tiên, vị trí và vận tốc của dị vật có thể xác định tự động bằng việc sử dụng khái niệm năng lượng cực đại của tín hiệu tán xạ sau dịch chuyển so với các môi trường¹⁵. Nhóm tác giả đã áp dụng dịch chuyển Kirchhoff với một dải rộng vận tốc lần lượt lên mặt cắt GPR để nghiên cứu sự thay đổi vận tốc tương ứng với từng mặt cắt dịch chuyển (Hình 2b). Đối với một tọa độ tùy ý (x,t), hai giá trị cực trị (lớn nhất và nhỏ nhất) được xác định từ tất cả các mặt cắt trên. Sau đó, độ sai biệt năng lượng lớn nhất tại một vị trí (x,t) là hiệu của hai cực trị đó được tính toán. Từ đó, chúng tôi nhận thấy đường cong độ chênh lệch thể hiện rõ tính chất đặc biệt của điểm A – đỉnh hyperbol và điểm B – điểm ngẫu nhiên không gắn với tín hiệu tán xạ hay phản xạ sẽ có dạng đường thẳng tiệm cận trục hoành (Hình 2c). Tiếp theo, các vị trí khác của mặt cắt được tính các giá trị sai biệt năng lượng lớn nhất. Mặt cắt sai phân năng lượng bao gồm các điểm có sự sai biệt lớn nhất trong không gian (x,t) của mặt cắt GPR sẽ được thành lập. Quá trình chuyển đổi giá trị sai phân năng lượng cực đại đến một khoảng các giá trị tự nhiên nguyên để mô phỏng giá trị nguyên này là các điểm ảnh pixel^{19,20}. Sau đó, quá trình tìm kiếm tự động các giá trị nguyên cao nhất so với tập hợp các điểm ở vùng lân cận xung quanh trên một mặt cắt sai phân (đã chuyển đổi) được thực hiện. Sự phát hiện tự động giá trị lớn nhất theo biên độ dạng điểm ảnh liên quan đến hiện tượng tán xạ dựa trên sự sai khác ít nhất một đơn vị điểm ảnh (pixel).

Như vậy, vị trí không gian và thời gian của dị vật được xác định trong mặt cắt sai phân năng lượng, đồng thời vận tốc ứng với vị trí đó được trích xuất từ biểu đồ chênh lệch các mức năng lượng. Giả thuyết này càng bị hạn chế khi dị vật có kích thước càng lớn thì vận tốc không chính xác.

Để khắc phục hạn chế trên, tại bước thứ hai, chúng tôi xác định vận tốc dựa trên độ phẳng của xung wavelet đầu tiên và có độ đơn giản của wavelet kế cận của tín hiệu tán xạ sau dịch chuyển. Có ba trường hợp phù hợp cho kích thước dị vật lớn. Khi vận tốc lớn thì hình ảnh “mím cười” xuất hiện (Hình 2b với vận tốc V4, V5), đối với vận tốc nhỏ thì dấu hiệu “cau mày” hiển thị trên mặt cắt (Hình 2b với vận tốc V1, V2). Khi vận tốc đúng, mặt cắt dịch chuyển không cần phải có một điểm hội tụ vì vật có kích thước lớn. Thay vào đó, chúng ta xét mức phẳng nhất của xung sóng (Hình 2b với vận tốc V3) và sự rút gọn đuôi tán xạ của các xung



Hình 1: Mô hình phản xạ của sóng GPR



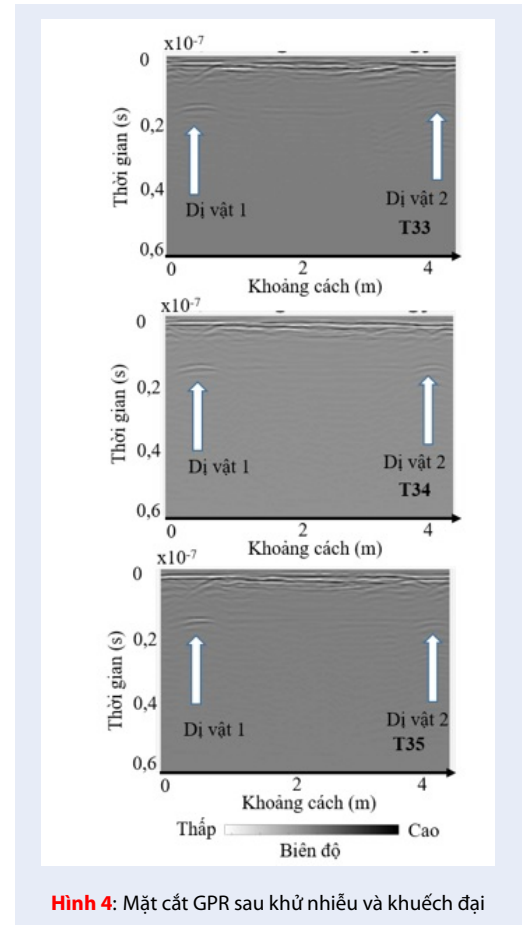
Hình 2: Các bước xử lý cơ bản (hình bên trái) và sai phân năng lượng (hình bên phải) (theo N.V. Thuận và cộng sự, 2017)

sóng xung quanh. Khi dị vật hình ống kích thước lớn, tín hiệu phản xạ tại vùng cong bề mặt trên được xem gần đúng là vùng phẳng⁶.

KẾT QUẢ

Dữ liệu GPR được đo đạc tại đường Lê Đức Thọ, quận Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh bởi thiết bị Detector Duo SW (Hãng IDS của Ý) với ăng ten tần số 700 MHz, khoảng cách giữa các ăng ten khoảng 10,0 cm^{11,21}. Ba tuyến đo GPR có độ dài 4,0 m (tương đương 144 cọng sóng) và mỗi tuyến cách nhau 1,0 m. Tuyến T34 nằm giữa hai tuyến T33 và T35. Các thông tin tiên nghiệm từ Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường Nam Bộ cho biết có hai đường ống ngầm trong khu vực khảo sát là ống cấp nước (đường màu xanh, Hình 3) và cáp viễn thông (đường màu đỏ, Hình 3). Thông tin ban đầu chỉ cung cấp kích thước ống cấp nước là 0,25 m mà không xác định vị trí và độ sâu của các đường ống. Trước tiên, các dữ liệu đo đạc được xử lý các bước cơ bản như: hiệu chỉnh thời gian, các bộ lọc nhiễu (khử nhiễu DC và tần số) và khuếch đại tín hiệu (Gain function) để tạo ra bộ dữ liệu cho kỹ thuật dịch chuyển (Hình 4). Bước thứ hai, dữ liệu sau khi dịch chuyển được sử dụng để tính toán sai phân năng lượng với dải vận tốc từ 0,06 m/ns đến 0,14 m/ns. Tiếp theo, các mặt cắt sai phân năng lượng cực đại được biểu diễn như Hình 5b. Từ kết quả này, chúng ta có thể xác định rõ vị trí của hai đường ống ngầm (các vùng năng lượng cao thể hiện bằng màu sáng – đỏ) trên các tuyến T33, T34 và T35 lần lượt là (0,51 m và 4,3 m); (0,53 và 4,1 m) và (0,58 m và 4,1 m). Đồng thời, các biểu đồ sai phân năng lượng theo dải vận tốc trên được biểu diễn như Hình 5a, cho thấy vận tốc môi trường tại dị vật 1 tại các tuyến T33; T34 và T35 lần lượt là 0,095 m/ns; 0,094 m/ns và 0,085 m/ns. Để giải thích sự khác nhau của vận tốc này, tại mỗi mặt cắt GPR, do điều kiện môi trường khác nhau, các đường cong tán xạ của dị vật không được thu nhận một cách hoàn chỉnh⁶. Dẫn đến việc tính toán vận tốc sai phân khác nhau mặc dù đối tượng dị vật với biên độ sai phân lớn nhất vẫn được phát hiện rõ trong các mặt cắt GPR.

Để đánh giá kết quả dịch chuyển của các hyperbol tán xạ, tuyến T33 được lựa chọn để phân tích với các giá trị vận tốc khác nhau như Hình 6 (bên trái). Hình ảnh hyperbol có các đuôi tán xạ cong xuống hoặc cong lên cho thấy vận tốc dịch chuyển nhỏ hoặc lớn hơn vận tốc môi trường thể hiện qua Hình 6a, c, d. Tại Hình 6b, tín hiệu hyperbol được hội tụ và rút gọn tối đa các đuôi tán xạ cho thấy vận tốc 0,095 m/ns phù hợp với vận tốc môi trường. Từ đó, tiến hành dịch chuyển các mặt cắt với vận tốc tính được cho từng tuyến và biểu diễn dưới sự liên kết của chúng như Hình 6 (bên phải). Đồng thời, chúng tôi tính được

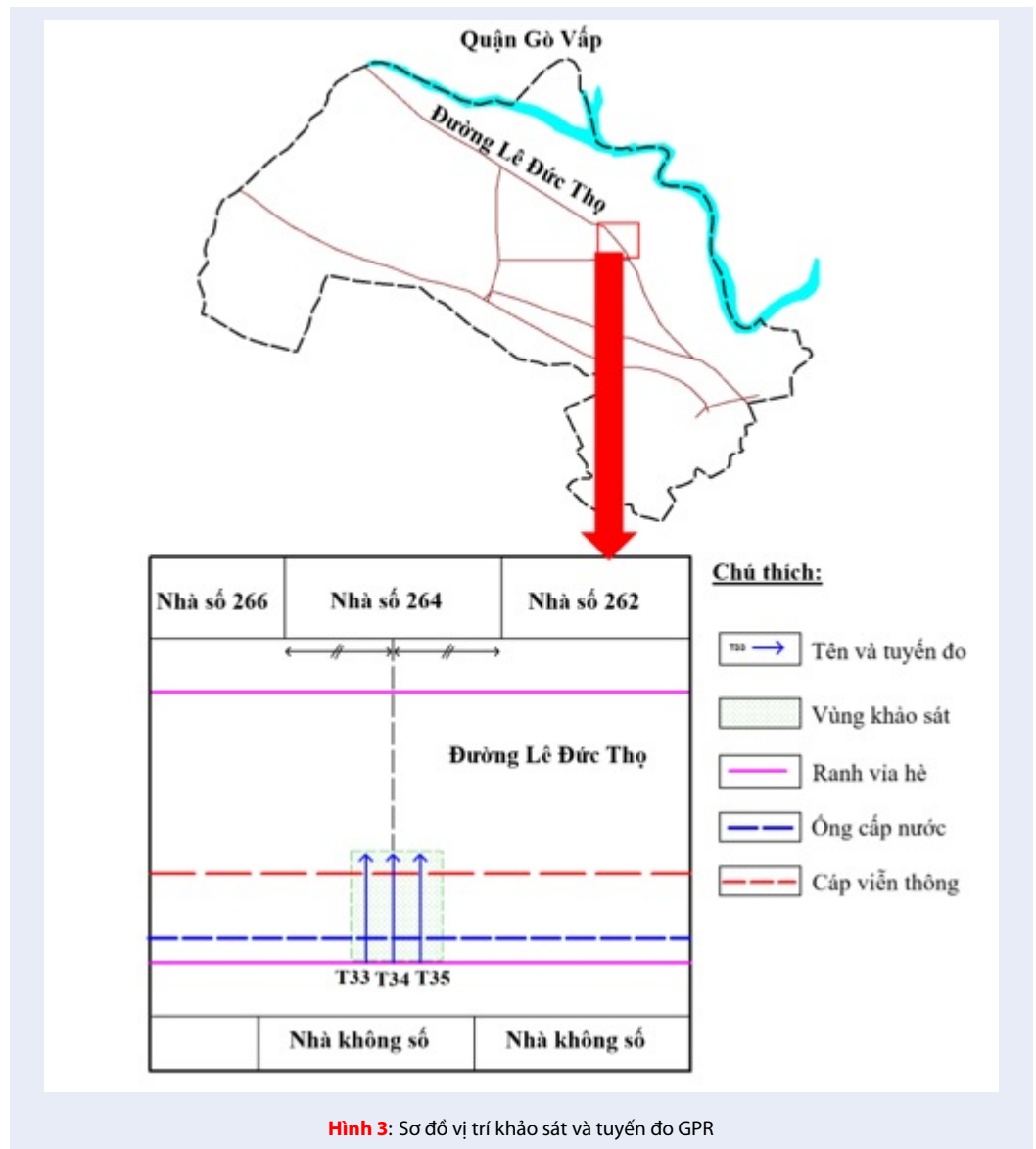


Hình 4: Mặt cắt GPR sau khử nhiễu và khuếch đại

kích thước và độ sâu của hai ống trên tuyến T33 lần lượt là (0,251 m, 0,72 m) và (0,14 m; 0,70 m). Kết quả cho thấy hai đường ống ngầm có thông tin vị trí phù hợp với các thông tin ban đầu của Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường Nam Bộ được cung cấp từ ông Bùi T. Sơn²². Thông tin độ sâu không kiểm chứng được vì các thay đổi của việc nâng hạ nền đường nhưng sai lệch về kích thước của ống cấp nước so với thông tin tiên nghiệm là 0,1%.

KẾT LUẬN

Các bước xử lý như trình bày cho thấy hiệu quả trong việc đánh giá vận tốc truyền sóng và vị trí các dị vật ngầm trong môi trường đô thị một cách tự động. Các bước xử lý này đã được ứng dụng cho một dữ liệu cụ thể tại thành phố Hồ Chí Minh, nơi có hai đường ống ngầm được xác định. Các bước phân tích sai phân năng lượng của sóng điện từ tần số cao giúp xác định được vị trí và độ sâu của dị vật ngầm khi quan tâm đến hiện tượng tán xạ sóng. Thông tin vận tốc thu nhận được từ việc phân tích sai phân năng lượng là một chỉ số hiệu quả cho quá trình biểu diễn chuyển đổi từ miền thời gian đo đạc sang độ sâu thực tế.



Hình 3: Sơ đồ vị trí khảo sát và tuyến đo GPR

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh trong khuôn khổ Đề tài mã số C2019-18-08. Chúng tôi gửi lời cảm ơn đến Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường Nam Bộ và Bộ môn Vật lý Địa cầu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên đã hỗ trợ thông tin cho bài nghiên cứu này.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

GPR: Ground penetrating radar
CO: Common Offset

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH TÁC GIẢ

Các tác giả tuyên bố rằng không có xung đột lợi ích.

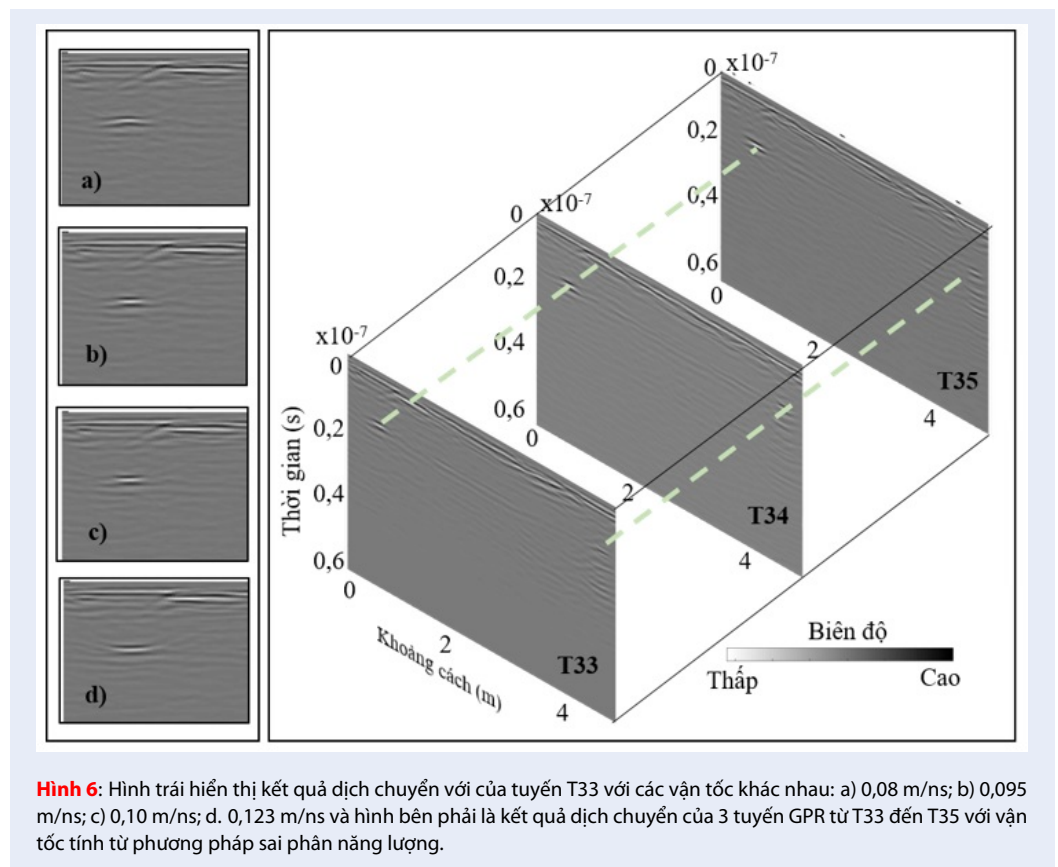
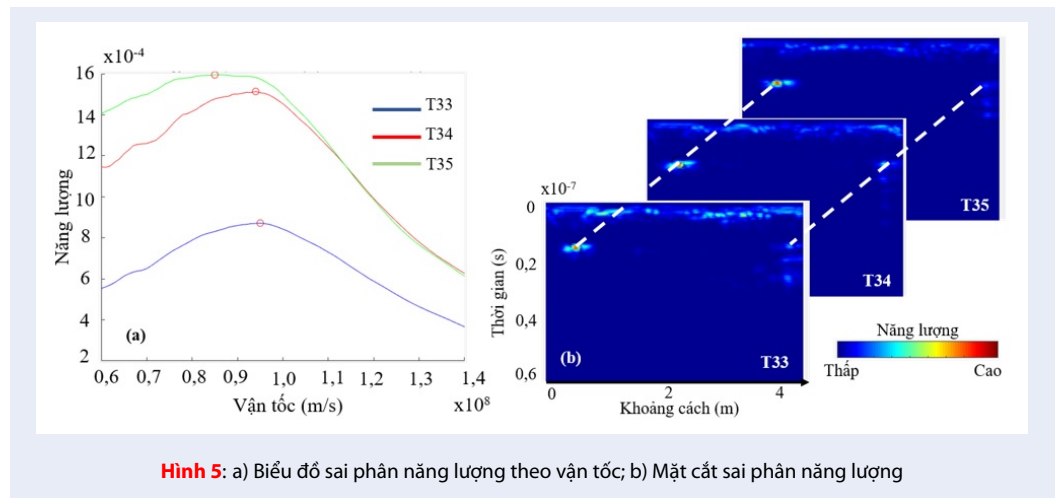
ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Văn Thuận chọn lọc dữ liệu, xử lý kết quả và tham gia viết bài.

Lê Văn Anh Cường nghiên cứu thuật toán và tham gia viết bài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Apel DB, Dezelic V. Evaluation of high frequency ground penetrating radar (GPR) in mapping strata of dolomite and limestone rocks for ripping technique. International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment. 2005;19:260–275. Available from: <https://doi.org/10.1080/13895260500275418>.
2. Leucci G, Masini N, Persico R. Time-frequency analysis of GPR data to investigate the damage of monumental buildings. Journal of Geophysics and Engineering. 2012;9:S81–S91. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-2132/9/4/S81>.



3. Bitri A, Grandjean G. Frequency-wavenumber modelling and migration of 2D GPR data in moderately heterogeneous dispersive media. *Geophysical Prospecting*. 1998;46:287–301. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2478.1998.00091.x>.
4. Irving J, Knight R. Numerical modeling of ground-penetrating radar in 2-D using MATLAB. *Computers & Geosciences*. 2006;32:1247–1258. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.006>.
5. Forte E, Dossi M, Pipan M, Colucci R. Velocity analysis from common offset GPR data inversion: theory and application to synthetic and real data. *Geophysical Journal International*. 2014;p. ggu103. Available from: <https://doi.org/10.1093/gji/ggu103>.
6. Le CVA, Nguyen TV. Detection of Underground Anomalies Using Analysis of Ground Penetrating Radar Attribute. *Journal of the Polish Mineral Engineering Society*. 2020;1:23–33. Available from: <https://doi.org/10.29227/IM-2020-01-04>.
7. Smith DG, Jol HM. Ground penetrating radar: antenna frequencies and maximum probable depths of penetration in Quaternary sediments. *Journal of Applied Geophysics*. 1995;33:93–100. Available from: [https://doi.org/10.1016/0926-9851\(95\)90032-2](https://doi.org/10.1016/0926-9851(95)90032-2).
8. Liner CL, Liner JL. Application of GPR to a site investigation involving shallow faults. *The Leading Edge*. 1997;16:1649–1651. Available from: <https://doi.org/10.1190/1.1437545>.
9. Singh K, Kumar I, Singh UK. Interpretation of voids or buried pipes using Ground Penetrating Radar modeling. *Journal of the Geological Society of India*. 2013;81:397–404. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12594-013-0050-6>.
10. Toshioka T, Tsuchida T, Sasahara K. Application of GPR to detecting and mapping cracks in rock slopes. *Journal of Applied Geophysics*. 1995;33:119–124. Available from: [https://doi.org/10.1016/0926-9851\(95\)90035-7](https://doi.org/10.1016/0926-9851(95)90035-7).
11. Liu L, He K, Xie X, Du J. Image enhancement with wave-equation redatuming: application to GPR data collected at public transportation sites. *Journal of Geophysics and Engineering*. 2007;4:139.
12. Nguyen VG, Ziętek J, Nguyen BD, Karczewski J, Gołębiowski T. Study of geological sedimentary structures of Mekong river banks by Ground Penetrating Radar: forecasting avulsion-prone zones. *Acta Geophysica Polonica*. 2005;53:167–181.
13. Yilmaz O. *Seismic Data Analysis: Processing, Inversion, and Interpretation of Seismic Data*. United States of America: Society of Exploration Geophysicists. 2001; Available from: <https://doi.org/10.1190/1.9781560801580>.
14. Sham JF, Lai WW. Development of a new algorithm for accurate estimation of GPR's wave propagation velocity by common-offset survey method. *NDT & E International*. 2016;83:104–113. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2016.05.002>.
15. Nguyen TV, Le CVA, Nguyen VT, Dang TH, Vo TM, Vo LNL. Energy Analysis in Semiautomatic and Automatic Velocity Estimation for Ground Penetrating Radar Data in Urban Areas: Case Study in Ho Chi Minh City, Vietnam. *International Conference on Geo-Spatial Technologies and Earth resources: Springer*. 2017;p. 34–51. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-319-68240-2_3.
16. Fisher SC, Stewart RR, Jol HM. Ground penetrating radar (GPR) data enhancement using seismic techniques. *Journal of environmental and engineering geophysics*. 1996;1:89–96. Available from: <https://doi.org/10.4133/JEEG1.2.89>.
17. Conyers LB. *Ground-Penetrating Radar for Archaeology*. Walnut Creek: Altamira Press. 2004;.
18. Qiao L, Qin Y, Ren X, Wang Q. Identification of Buried Objects in GPR Using Amplitude Modulated Signals Extracted from Multiresolution Monogenic Signal Analysis. *Sensors*. 2015;15:30340–30350. PMID: 26690146. Available from: <https://doi.org/10.3390/s151229801>.
19. Le CVA, Harris BD, Pethick AM, Takam Takougang EM, Howe B. Semiautomatic and automatic cooperative inversion of seismic and magnetotelluric data. *Surveys in Geophysics*. 2016;37:845–896. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10712-016-9377-z>.
20. Samarasinghe S. *Neural Networks for applied sciences and engineering from fundamentals to complex pattern recognition*: Auerbach Publications. 2006;.
21. Asian Contec Limited . 2020; Available from: <https://www.indiamart.com/asiancontec-stanlay/ground-penetrating-radars.html>.
22. Bui TS. *Underground construction map in Go Vap District, Ho Chi Minh City, Vietnam*. Go Vap District, Ho Chi Minh City, Vietnam. 2018;.

Energy Difference Of High Frequency Electromagnetic Waves Amplitude In Detecting Buried Objects At Ho Chi Minh City, Vietnam

Thuan Van Nguyen*, Cuong Van Anh Le



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Ground penetrating radar method (GPR) is common place in imaging buried objects, such as: supply water and drainage systems, electric and telecom cables. For shallow geology, GPR method has provided high-resolution sections containing subsurface information. In processing data, the velocity of GPR wave is the most important parameter. It helps to exactly specify the structure of a geology sections. Defining a wrong velocity may lead to an erroneous result. In this research, we are going to present two processing steps to define the electromagnetic wave velocity and the position of object from GPR data that was acquired by using a shield antenna machine prototype. The first step is application of Kirchhoff migration and energy difference graphs to calculate the electromagnetic wave velocity. In the second step, the result of migrated sections consisting of hyperbole diffraction was evaluated. If migrated using the right velocity, the diffracted hyperbola will focus on its peak and have the maximum energy. Finally, we used the workflow to define the velocity, the position and the size of the object from real GPR data collected at Go Vap district, Ho Chi Minh City, Vietnam.

Key words: Energy different, GPR processing, Kirchhoff Migration

University of Science, Vietnam National University Ho Chi Minh city

Correspondence

Thuan Van Nguyen, University of Science, Vietnam National University Ho Chi Minh city

Email: nvthuan@hcmus.edu.vn

History

- Received: 2020-06-26
- Accepted: 2020-12-17
- Published: 2021-01-23

DOI :10.32508/stdjns.v5i1.923



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Nguyen T V, Le C V A. **Energy Difference Of High Frequency Electromagnetic Waves Amplitude In Detecting Buried Objects At Ho Chi Minh City, Vietnam.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(1):925-932.