



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0024181

(51)⁷ G01P 11/02

(13) B

(21) 1-2018-00343

(22) 24/01/2018

(45) 25/06/2020 387

(43) 25/05/2018 362A

(73) TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN - ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI (VN)
334 Nguyễn Trãi, quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội

(72) Trần Vĩnh Thắng (VN).

(54) PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG MẬT ĐỘ VÀ TỐC ĐỘ TRUNG BÌNH CỦA CÁC PHƯƠNG TIỆN CƠ GIỚI THAM GIA GIAO THÔNG ĐƯỜNG BỘ

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp ước lượng mật độ và tốc độ trung bình của các phương tiện cơ giới tham gia giao thông đường bộ. Phương pháp bao gồm thu nhận tín hiệu địa điện, trong đó tín hiệu địa điện là các thành phần điện của tín hiệu tần số thấp từ 5 Hz đến 45Hz do các phương tiện cơ giới phát ra và lan truyền trong lòng đất; xử lý tín hiệu địa điện bao gồm các bước: khuếch đại tín hiệu địa điện ở hai kênh vào; chuyển tín các hiệu địa điện thành các tín hiệu số bởi hai bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự số (ADC) có độ phân giải từ 16 - 24 bit; xử lý tín hiệu số bao gồm xử lý tín hiệu tương quan chéo giữa hai điện cực đối xứng, thực hiện ước lượng tốc độ của phương tiện mật độ của phương tiện; truyền các số liệu qua mạng viễn thông hoặc internet. Dữ liệu thu được có thể được lưu trữ, truyền tải đến trung tâm quản lý, điều tiết giao thông để đánh giá mức độ ùn tắc giao thông tại điểm quan sát.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp định lượng mật độ và tốc độ trung bình của các phương tiện cơ giới tham gia giao thông đường bộ. Sáng chế cũng đề cập đến thiết bị thực hiện theo phương pháp này và áp dụng thông tin thu được vào hệ thống quan trắc giao thông nhằm đưa ra các giải pháp giảm ùn tắc giao thông đường bộ và có khả năng tự động chia sẻ thông tin về mật độ giao thông đến những cá nhân, tổ chức có nhu cầu thông qua mạng viễn thông hoặc internet.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, các nước đang phát triển đang phải đối mặt với nhiều vấn đề phức tạp như ô nhiễm môi trường, gia tăng mật độ dân cư kéo theo các vấn đề về giao thông đô thị nhất là tại các thành phố lớn. Sự ùn tắc giao thông nghiêm trọng càng làm gia tăng sự ô nhiễm môi trường do khí thải từ các phương tiện này phát ra và gây thiệt hại không nhỏ về kinh tế và sức khỏe cộng đồng. Do đó, nhu cầu biết được những thông tin về trạng thái cũng như mức độ của các vấn đề trên nói chung và tình trạng giao thông nói riêng là chính đáng với mỗi người tham gia hoặc chuẩn bị tham gia giao thông cũng như với các cơ quan quản lý điều tiết giao thông.

Nhiều giải pháp được đưa ra và áp dụng nhằm mục đích theo dõi và điều tiết giao thông như các giải pháp về kỹ thuật, giáo dục người tham gia giao thông, hay thay đổi các phương thức quản lý đô thị. Tuy nhiên, các giải pháp dùng để quản lý hay điều tiết giao thông đều cần phải có những thông

tin về trạng thái giao thông như vị trí, mật độ phương tiện... để làm cơ sở cho các thiết bị hỗ trợ giao thông (hệ thống đèn báo) hay cơ quan chức năng thực hiện, điều tiết.

Thông thường, việc đánh giá mức độ giao thông trong các khu vực đô thị hiện nay thường thông qua các phương pháp định tính như quan sát trực tiếp (ví dụ ở Việt Nam có VOV giao thông), quan sát qua camera rồi truyền hình ảnh về trung tâm cho người giám sát. Phương pháp đếm trực tiếp, hay nhận dạng ảnh các phương tiện tham gia giao thông không khả thi với số lượng lớn xe cộ có hoạt động phức tạp và mật độ quá cao. Phương pháp khác như gắn cảm biến hành trình cho các phương tiện tham gia giao thông thì hoàn toàn không khả thi bởi nhiều lý do về điều kiện cần và đủ để thực hiện với số lượng lớn phương tiện như hiện nay. Phương pháp gắn thiết bị quan sát gồm các cảm biến thông thường như sử dụng camera [US9117098B2], sử dụng cảm biến khoảng cách [US6150961A] trên xe di chuyển tại vị trí cần quan trắc, sáng chế WO2016132219A1 cũng gặp phải vấn đề tương tự. Hãng FLIR (USA) sử dụng camera nhiệt hồng ngoại để qua đó xác định mật độ phương tiện thông qua bức xạ nhiệt của phương tiện. Phương pháp này cũng như phương pháp nhận dạng ảnh khác là rất đắt tiền và phức tạp. Các phương pháp khác như sử dụng cảm biến từ trường nhận biết thăng giáng từ khi có phương tiện giao thông chạy qua, ra-đa, nhiệt, hay sự kết hợp giữa các phương pháp này cũng chỉ phát hiện những phương tiện đơn lẻ, phù hợp với mật độ giao thông thấp và trật tự [báo cáo của U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration – Hoa Kỳ].

Với sự phát triển mạnh của hệ thống thông tin liên lạc và điện thoại thông minh, vào năm 2007, Google sử dụng thông tin cá nhân (vị trí, tốc độ tương đối qua Google Maps) từ điện thoại thông minh của người tham gia

giao thông để đánh giá mật độ giao thông tại các khu đô thị. Các nhà phát triển ứng dụng trên thiết bị di động thông minh cũng dựa trên nền tảng này để thu được nhiều thông tin từ người dùng [US20070189181] và truyền đến trung tâm xử lý [US 8423255 B2]. Các phương pháp trên nhìn chung đều đòi hỏi các thuật toán tính toán phức tạp, tốn tài nguyên nếu dùng cho mục đích quan trắc giá trị trung bình thống kê về tình trạng giao thông. Tuy nhiên, phương pháp này làm ảnh hưởng trực tiếp đến quyền riêng tư của mỗi cá nhân tham gia giao thông. Ngoài ra, phương pháp như của Google sẽ gặp phải sai số với đám đông không trực tiếp tham gia giao thông như tại vỉa hè, các trung tâm thương mại sát điểm khảo sát.

Các phương pháp nêu trên nhìn chung hoặc thiếu khách quan, đắt tiền và công kênh do phải bố trí thiết bị, cải tạo cơ sở hạ tầng như cột đèn, đường truyền tín hiệu, nguồn điện tiêu thụ cần có công suất đáng kể dẫn đến khó áp dụng rộng rãi ở các nước đang phát triển. Ngoài ra, các phương pháp trên không đủ và không có khả năng chia sẻ thông tin qua hệ thống mạng internet và viễn thông cho những người tham gia và chuẩn bị tham gia giao thông để giúp họ lựa chọn được thời gian và tuyến đường phù hợp.

Vấn đề đặt ra là: cần có thông tin cần và đủ về tình trạng giao thông của các phương tiện cơ giới (ô tô, xe máy) trực tiếp tham gia giao thông trên các tuyến đường, tuyến phố, các vị trí giao cắt... cung cấp cho các cơ quan chức năng, và nhất là người (chuẩn bị) tham gia giao thông để họ có thể điều tiết hay lựa chọn cách tham gia giao thông phù hợp, góp phần giảm thiểu sự ùn tắc giao thông. Những thông tin cần và đủ với bài toán này là tốc độ và mật độ trung bình của tất cả các phương tiện tham gia giao thông tại điểm khảo sát. Từ hai tham số này, ta hoàn toàn có thể đánh giá được thực trạng giao thông tại vị trí quan trắc. Hơn nữa, dung lượng cần thiết để truyền thông tin

về trung tâm rất ít (vài byte số liệu với một điểm) dễ dàng tạo thành mạng lưới các “cảm biến giao thông” giúp người tham gia biết được thông tin toàn cảnh về cả tuyến đường, toàn thành phố hay thậm chí rộng hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là định lượng được mật độ và tốc độ trung bình các phương tiện cơ giới tham gia giao thông đường bộ bằng phương pháp mới, thiết bị mới. Dữ liệu thu được có thể được lưu trữ, truyền tải đến trung tâm quản lý, điều tiết giao thông để đánh giá mức độ ùn tắc giao thông tại điểm khảo sát (ví dụ ngã tư, điểm giao cắt, các đoạn đường nút cổ chai...). Ngoài ra, dữ liệu tại các điểm khảo sát có thể được chia sẻ với cộng đồng thông qua hệ thống thông tin liên lạc, viễn thông và internet đến các thiết bị điện tử cá nhân như điện thoại di động, máy tính... Nhằm đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị dùng để định lượng mật độ và tốc độ trung bình của các phương tiện loại này qua đo đạc, xử lý thống kê số liệu thăm dò trường địa điện tại khu vực cần định lượng.

Về nguyên lý, phần lớn phương tiện cơ giới tham gia giao thông đường bộ hiện nay (ở Việt Nam cũng như trên thế giới) thường sử dụng động cơ đốt trong loại bốn kỳ (hút – nén – nổ - xả) với tốc độ xe tỷ lệ với tốc độ vòng quay của động cơ. Khi đó, mỗi phương tiện sẽ phát ra bức xạ điện từ và rung động cơ học ra môi trường xung quanh. Do cấu tạo bởi các bộ phận cơ điện, các thăng giáng điện từ phát ra từ phương tiện này có tần số tương ứng thường nằm trong dải từ vài Hz đến vài chục Hz tùy vào tốc độ phương tiện, (1500 vòng/phút ~ 25Hz và các hài bậc cao có biên độ nhỏ hơn). Với xe máy (phương tiện phổ biến chiếm đa số) chỉ gồm có một động cơ, còn ô tô (số lượng ít hơn) với nhiều động cơ phát lệch pha có thể phát ra nhiều hài bậc cao hơn. Những tín hiệu này thường được coi là nhiễu và

thường là thứ không mong muốn ảnh hưởng không mong muốn đến độ tin cậy của các phép đo và thường bị loại bỏ. Sáng chế này biến những nhiễu tưởng như vô ích đó thành có ích vì nhiễu đó lại chứa những thông tin có giá trị về mật độ các phương tiện tham gia giao thông bởi tín hiệu điện từ do động cơ đốt trong gây ra có tần số thống kê chỉ phụ thuộc vào tốc độ xe. Cụ thể, các thông tin sau sẽ cho biết thông tin về mật độ và tốc độ trung bình thống kê của các phương tiện cơ giới tham gia giao thông:

- + Phổ biên độ theo tần số: tỷ lệ thuận với tốc độ phương tiện
- + Độ lớn và độ rộng vạch phổ: tỷ lệ với mật độ phương tiện

Để thực hiện ý tưởng này, thiết bị được thực hiện theo phương pháp (hình 1) gồm bộ thu nhận tín hiệu địa diện với 4 điện cực đối xứng tạo thành 2 cặp đo để kết nối với bộ thu thập dữ liệu 2 kênh vào đồng thời và bộ xử lý tín hiệu số dùng máy tính nhúng cho tiết kiệm năng lượng. Việc đặt các điện cực có thể được thực hiện ở vị trí tùy ý gần điểm khảo sát, nhưng tốt nhất là trung tâm của khu vực, nơi mật độ tập trung nhất, ví dụ như ở tim đường, điểm giữa của nút giao cắt giao thông. Chuyển đổi tương tự số biến tín hiệu tương tự từ các điện cực thành tín hiệu số, tiếp đó được đọc bởi bộ vi xử lý của máy tính nhúng và thực hiện theo thuật toán xử lý số tín hiệu.

Tín hiệu phân bố của các phương tiện giao thông (sử dụng động cơ nhiệt 4 kỳ và ô tô với tổ hợp các động cơ lệch pha nhau – tạo thành các sóng hài) đến các điện cực chéo là như nhau (tương quan, độ lớn như nhau), trong khi các nguồn nhiễu khác từ xa đến là nguồn có định hướng và không tương quan với hệ hai cực $A+A-$, $B+B-$ như thiết kế, biên độ khác nhau có thể bị loại bỏ bằng phương pháp tương quan chéo. Do đó, về thuật toán xử lý số, do mật độ phổ công suất của tín hiệu chính là biến đổi Fourier (FFT) của hàm tự tương quan, khi lấy FFT của hàm tương quan chéo, những tín hiệu

không tương quan (không từ cùng bản chất của đối tượng phát ra) sẽ bị loại trừ, do đó phương pháp mang tính quyết định ở sáng chế này là ước lượng giá trị trung bình của đỉnh FFT và độ lệch chuẩn của đỉnh phổ vì giá trị này tỷ lệ với tốc độ và mật độ trung bình của các phương tiện cơ giới tham gia giao thông. Việc phân tích tín hiệu này có thể cho thông tin tương đối chính xác về tốc độ và mật độ trung bình của các phương tiện. Dựa trên việc thống kê với số lượng xe đáng kể, thông tin về mật độ phương tiện có thể biết được cũng với độ tin cậy cao và khách quan.

Điểm đáng chú ý là tín hiệu địa điện này thường có biên độ khá lớn và phân bố đồng đều tại bề mặt đường giao thông do độ dẫn môi trường đất lớn hơn nhiều so với không khí. Do đó, qua phương pháp đo và phân tích thống kê nhiều địa điện từ gây ra bởi các phương tiện cơ giới truyền xuống để có được thông tin định lượng về mật độ các phương tiện cơ giới tại khu vực quan trắc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1. Mô tả phương pháp ước lượng mật độ và tốc độ trung bình của các phương tiện cơ giới tham gia giao thông đường bộ.

Hình 2. Sơ đồ bố trí các điện cực thu tín hiệu.

Hình 3. Sơ đồ khối mô tả hoạt động của thiết bị thu nhận và xử lý tín hiệu theo phương pháp đề ra.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hình 1 mô tả phương pháp ước lượng mật độ và tốc độ trung bình của các phương tiện cơ giới tham gia giao thông đường bộ. Bắt đầu từ việc thu nhận tín hiệu nhiều địa điện 1 thông qua các điện cực cắm chìm dưới lòng đất. Tín hiệu thu được đi qua bộ khuếch đại và số hóa tín hiệu dùng bộ biến

đôi tương tự số có độ phân giải từ 16 bit đến 24 bit 2 và được đọc bởi bộ vi xử lý 16 bit thông dụng với phần mềm xử lý tín hiệu số 3. Phần mềm nạp vào bộ vi xử lý 3 được người lập trình viết dưới dạng phần mềm máy tính hoặc phần mềm nhúng thực hiện việc tính phổ tương quan chéo của các tín hiệu từ hai kênh vào, tiếp đó ước lượng đỉnh phổ và bán độ rộng đỉnh phổ trong dải tần số từ 5Hz đến 45Hz (vùng tần số điện của các phương tiện cơ giới) tương ứng tỷ lệ với tốc độ và mật độ trung bình của các phương tiện. Phương thức này cho phép loại bỏ được những tín hiệu địa điện không tương quan từ nơi khác khu vực khảo sát truyền tới.

Để thực hiện phương pháp ở trên, thiết bị được chế tạo bao gồm hai bộ phận chính: bộ phận thu thập số liệu nhiều địa điện như hình 2 và bộ phận điện tử xử lý tín hiệu như mô tả trên hình 3.

Hình 2 mô tả bộ phận thu nhận tín hiệu địa điện sử dụng bốn điện cực kim loại 6, 7, 8, 9 như thép, đồng cầm hoặc chôn đối xứng nhau tại các vị trí gần trung tâm hoặc trên nền khu vực cần quan trắc. Bốn điện cực này tạo thành một cảm biến để thu nhận tín hiệu địa điện của môi trường đất. Khoảng cách giữa hai cặp điện cực cách nhau khoảng một vài mét tùy vào địa hình, tính chất môi trường đất và phạm vi quan trắc. Độ dài của điện cực 6, 7, 8, 9 được chọn bằng $\frac{1}{2}$ đến $\frac{1}{4}$ khoảng cách giữa hai điện cực liền kề. Ví dụ với đường rộng 5m, khoảng cách giữa 2 cực liền kề là 2m thì độ dài của các điện cực khoảng 0.5m. Việc lựa chọn độ dài điện cực như trên có các tác dụng: làm giảm điện trở tiếp xúc giữa các điện cực với môi trường đất, và đủ để giảm bớt sự ảnh hưởng bởi tính bất đồng của môi nhất tại khu vực quan trắc. Tín hiệu địa điện được dẫn đến hai lối vào A+A- và B+B- của thiết bị đo 14 qua dây dẫn điện 10, 11, 12, 13.

Hình 3 mô tả thiết bị đo 14 là một bộ thu thập số liệu hai kênh vào A+A- và B+B- 15, 16 đồng thời bao gồm hai mạch bảo vệ quá độ TVS – Transient Voltage Suppressor 17,18, hai mạch tiền khuếch đại 19, 20, cùng hai mạch biến đổi tương tự số ADC 21, 22, kết nối với một bộ xử lý tín hiệu số DSP-FFT 23 chứa thuật toán phần mềm ước lượng đỉnh 24 và độ rộng đỉnh 25 qua đường tín hiệu 25, dữ liệu thu được theo xử lý 3 được đưa tới bộ phận phát tín hiệu vô tuyến 26 qua mạng viễn thông hoặc internet qua anten 27.

Một số yêu cầu cần đạt được của thiết bị là bộ ADC 21, 22 cần có tốc độ lấy mẫu lớn hơn 500 mẫu một giây (tần số lớn hơn khoảng 5 lần tần số Nyquist để bảo đảm độ tin cậy của số liệu), độ phân giải của bộ ADC 21, 22 cần lớn hơn hoặc bằng 16 bit được kết nối với một bộ xử lý tín hiệu số DSP-FFT 23 có thể dùng máy tính nhúng hoặc máy tính công nghiệp có khả năng điều khiển và lưu trữ số liệu thu được. Máy tính được nạp chương trình phần mềm phân tích và xử lý số liệu thống kê qua thuật toán xử lý số DSP 23 phổ biến đổi Fourier nhanh (FFT) của hàm tương quan chéo của tín hiệu giữa hai kênh vào từ ADC 21, 22, qua đó để ước lượng mật độ và tốc độ trung bình của các phương tiện cơ giới tham gia giao thông thực hiện theo phương pháp đã mô tả trên hình 1. Những số liệu này được lưu trữ và truyền đi xa qua mạng internet, viễn thông tới nơi cần sử dụng những dữ liệu này như trung tâm quan trắc, điều tiết giao thông và đặc biệt là tới những người tham gia giao thông có nhu cầu thông tin về tình trạng giao thông qua đoạn đường mình quan tâm.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Thiết bị điện tử đo và xử lý số liệu hiện nay có thể thực hiện được với những linh kiện rời rạc, năng lượng tiêu thụ thấp, có chi phí thấp hơn nhiều

lần so với các phương pháp hiện tại. Do vậy có thể dùng được các nguồn năng lượng tự nhiên như năng lượng mặt trời, năng lượng gió mà không cần mạng điện lưới.

Bố trí thiết bị: các điện cực thép được chôn dưới mặt đất, dây dẫn chìm, thiết bị đo nhỏ gọn sẽ dễ dàng bố trí tại khu vực khảo sát mà không tốn nhiều chi phí về cơ sở hạ tầng.

Dữ liệu thu được sau khi xử lý để truyền tải đi xa chỉ là giá trị hai tham số về tốc độ và mật độ trung bình. Với dung lượng cô đọng như vậy, việc lưu trữ và truyền tải thông tin dễ dàng thực hiện được qua hệ thống viễn thông hoàn toàn không phải dùng đường truyền hữu tuyến. Đặc biệt, có thể triển khai ở quy mô công nghiệp, tạo thành một mạng lưới thông tin rộng lớn thậm chí toàn cầu. Qua đó, thông tin về mật độ phương tiện cơ giới tham gia giao thông có thể truyền đến từng thiết bị điện tử cá nhân như điện thoại di động, máy tính qua mạng viễn thông hoặc internet.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp ước lượng mật độ và tốc độ trung bình của các phương tiện cơ giới tham gia giao thông đường bộ, phương pháp bao gồm các bước:

thu nhận tín hiệu địa điện từ bộ thu nhận tín hiệu địa điện gồm bốn điện cực đối xứng nhau được cắm chìm dưới lòng đất, trong đó tín hiệu địa điện là các thành phần điện của tín hiệu tần số thấp từ 5 Hz đến 45Hz do các phương tiện cơ giới phát ra và lan truyền trong lòng đất;

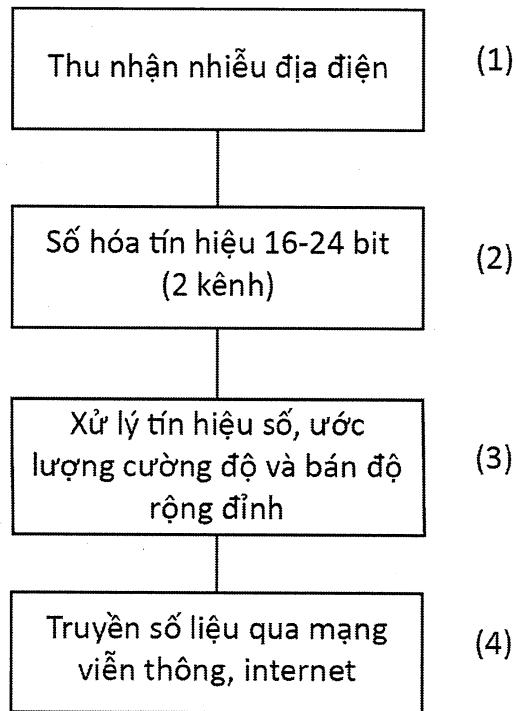
xử lý tín hiệu địa điện thu được trên hai kênh vào bởi thiết bị xử lý tín hiệu được kết nối với bộ thu nhận tín hiệu địa điện, trong đó xử lý tín hiệu địa điện bao gồm các bước:

khuếch đại tín hiệu địa điện ở hai kênh vào;

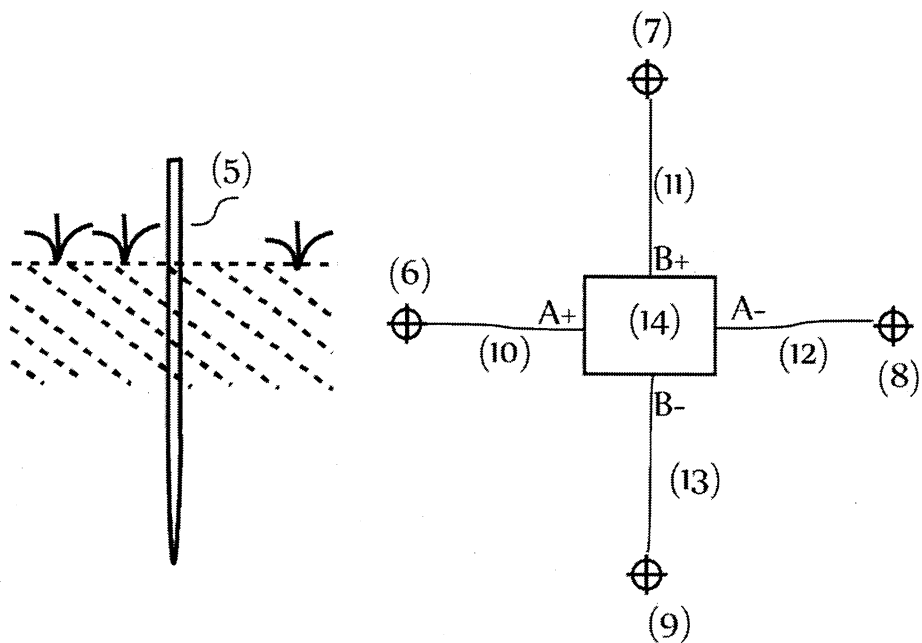
chuyển tín các hiệu địa điện thành các tín hiệu số bởi hai bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự số (ADC) có độ phân giải từ 16 – 24 bit;

xử lý tín hiệu số bao gồm: xử lý tín hiệu tương quan chéo giữa hai điện cực đối xứng, thực hiện ước lượng tốc độ của phương tiện dựa vào vị trí đỉnh phổ và mật độ của phương tiện dựa vào bán độ rộng đỉnh phổ;

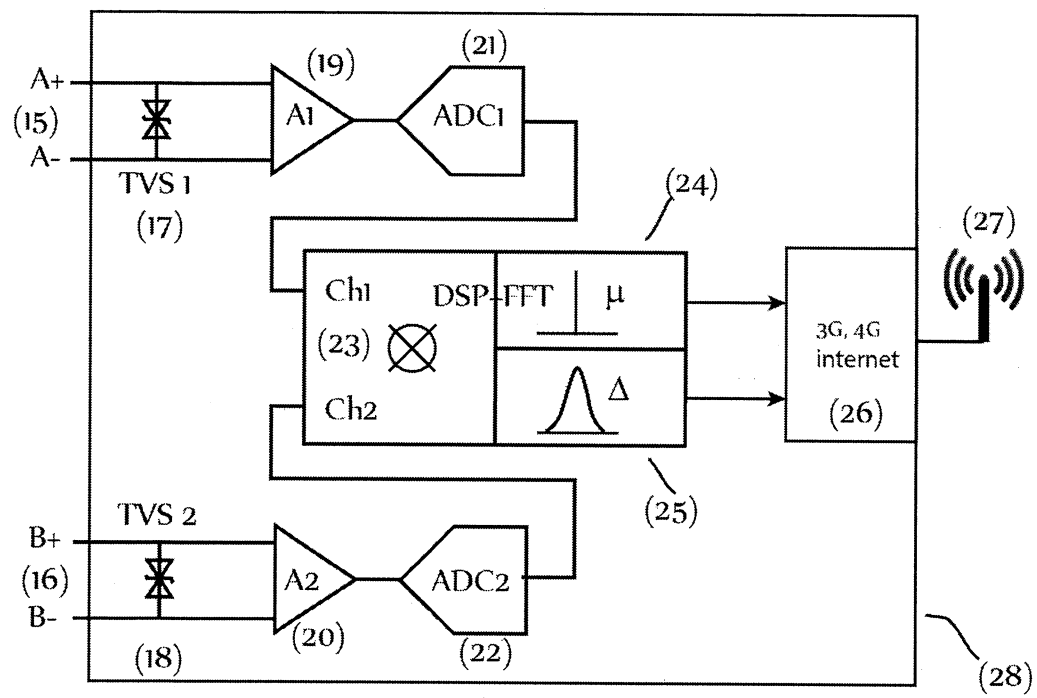
truyền các số liệu qua mạng viễn thông hoặc internet.



Hình 1



Hình 2



Hình 3