



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

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

(11)



1-0036571

(51)^{2021.01} H04W 64/00

(13) B

(21) 1-2019-00445

(22) 24/01/2019

(45) 25/08/2023 425

(43) 27/05/2019 374A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

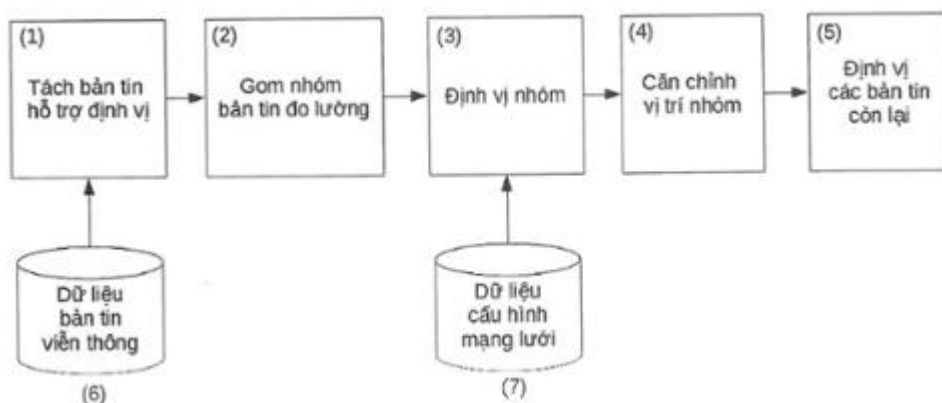
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Đinh Xuân Thực (VN); Nguyễn Duy Hưng (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH VỊ BẢN TIN GIAO TIẾP GIỮA THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VỚI MẠNG 3G

(57) Sáng chế này đề cập tới phương pháp xác định vị trí bản tin giao tiếp trong mạng 3G, cụ thể hơn là phương pháp xác định vị trí xảy ra các bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G tại phía nhà mạng. Phương pháp đề xuất bao gồm các bước: bước 1: tách bản tin hỗ trợ định vị, bao gồm bản tin đo lường và bản tin yêu cầu thiết lập liên kết vô tuyến, xác định tỷ số thay đổi kích thước cho độ trễ lan truyền; bước 2: gom nhóm bản tin đo lường, xác định giá trị độ trễ lan truyền và tỷ lệ thay đổi kích thước cho từng nhóm bản tin đo lường; bước 3: định vị nhóm, xác định vị trí đại diện cho từng nhóm bản tin đo lường; bước 4: căn chỉnh vị trí nhóm, việc căn chỉnh vị trí của từng nhóm dựa trên tương quan với các vị trí nhóm ở thời điểm ngay trước và ngay sau đó; bước 5: định vị các bản tin còn lại sử dụng phương pháp nội suy và ngoại suy.



Lĩnh vực kĩ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập tới phương pháp định vị bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G, cụ thể hơn là phương pháp xác định vị trí xảy ra các bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G tại phía nhà mạng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kiến trúc mạng 3G bao gồm các thành phần chính: thiết bị người dùng (là các thiết bị sử dụng mạng 3G như điện thoại, máy tính bảng,...), hệ thống truy cập mạng (bao gồm các nút mạng, các trạm thu-phát sóng, hệ thống điều khiển mạng có nhiệm vụ quản lý truy cập tới mạng), mạng lõi (mạng lõi là trung tâm xử lý và quản lý cho toàn bộ hệ thống).

Mạng viễn thông 3G bao gồm các nút mạng (NodeB) viễn thông có nhiệm vụ cung cấp kết nối giữa các thiết bị người dùng với mạng viễn thông diện rộng. Mỗi nút mạng trong mạng 3G bao gồm một hoặc nhiều trạm. Về mặt vật lý, mỗi trạm là một thiết bị vô tuyến đảm nhận nhiệm vụ truyền-nhận tín hiệu với thiết bị người dùng. Về mặt hoạt động, thiết bị người dùng tương tác với mạng trực tiếp qua các trạm bằng cách trao đổi các bản tin viễn thông.

Trong các bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm viễn thông 3G không có sẵn thông tin vị trí mà chỉ bao gồm các bản tin theo giao thức được quy định bởi 3GPP. Tuy nhiên, phía nhà mạng có thể sử dụng các thông tin có trong một số bản tin giao tiếp kết hợp với thông tin có sẵn trong mạng lưới để xác định vị trí của thiết bị người dùng tại thời điểm xảy ra giao tiếp với mạng (hay vị trí xảy ra các bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G). Những thông tin có trong các bản tin giao tiếp có thể được sử dụng cho định vị bao gồm:

- Giá trị mức thu tính hiệu: năng lượng nhận được trên một mã được tính trên kênh thí điểm chung; đây là một giá trị đo lường theo chiều từ trạm tới thiết bị người dùng, được thực hiện tại thiết bị người dùng và có thể thu được cả ở trong chế độ hoạt động tĩnh và động.
- Độ mạnh tín hiệu thu: là năng lượng nhận được trên dải băng tần rộng, bao gồm cả nhiễu sinh ra tại bên nhận. Thông số này mô tả mức độ giao thoa tại phía thiết bị người dùng, và chỉ đo được tại chế độ động.

- Thời gian trễ trọn vòng: thời gian trôi qua để truyền một tín hiệu qua một mạch đóng, hay thời gian trôi qua để truyền một thông điệp tới một nơi ở xa và quay trở lại. Thời gian trễ trọn vòng được tính bằng $T_{tx} - T_{rx}$, trong đó T_{tx} là thời gian truyền của khối đầu tiên của một khung dữ liệu từ phía trạm tới thiết bị người dùng trên kênh vật lý dành riêng, T_{rx} là thời gian nhận của khối đầu tiên nhận được (theo thời gian) của một khung truyền từ phía thiết bị người dùng tới trạm trên kênh giao tiếp vật lý dành riêng. Thông số thời gian trễ trọn vòng xuất hiện trong chế độ động.
- Góc tới: góc của các tín hiệu từ thiết bị người dùng tới các trạm khác nhau.

Dựa trên những thông số trên, nhiều kỹ thuật định vị đã được đề xuất, bao gồm:

- Định vị dựa trên định danh trạm: vị trí thiết bị người dùng được ước lượng dựa vào thông tin của trạm đang phục vụ thiết bị đó. Mỗi trạm trong mạng lưới có một định danh riêng, và các thông tin liên quan tới trạm: vị trí, độ cao, phương vị, công suất nguồn. Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào độ phủ của các trạm trong mạng 3G.
- Các phương pháp mở rộng từ phương pháp định vị dựa trên định danh trạm:
 - ✓ Định danh trạm kết hợp thời gian trễ trọn vòng: thời gian trễ trọn vòng được sử dụng để tính khoảng cách từ trạm thu-phát sóng tới thiết bị người dùng thông qua mô hình truyền sóng. Hiệu quả của phương pháp định vị này có thể được cải thiện bằng cách kết hợp nhiều giá trị đo lường từ các tập trạm trong tập các trạm đang phục vụ thiết bị người dùng. Vị trí cần tìm là vị trí sao cho khoảng cách từ nó tới các trạm bằng khoảng cách thu được từ mô hình truyền sóng. Các kỹ thuật tối ưu hóa có thể được sử dụng để xác định vị trí này.
 - ✓ Định danh trạm kết hợp với thông tin về khu vực phủ sóng của trạm: thông tin về khu vực phủ sóng xác định một khoảng không gian mà tại đó thiết bị người dùng đang hoạt động.
- Định vị dựa trên độ khác biệt về thời gian đến: sử dụng độ lệch thời gian đến của tín hiệu gán với các trạm khác nhau, mỗi giá trị của độ đo này ứng với một trạm biểu diễn qua một hyperbol. Vị trí thiết bị người dùng được xác định tại giao điểm của các đường hyperbol liên quan tới ít nhất ba cặp trạm.

- Định vị dựa trên cơ sở dữ liệu hiệp tương quan: phương pháp này bắt đầu bằng xây dựng cơ sở dữ liệu tương quan giữa các thông số mạng tại các vị trí trên bản đồ. Cơ sở dữ liệu bao gồm tọa độ vị trí, các nút phục vụ, hồ sơ trễ năng lượng,... Khi một thiết bị người dùng tương tác với mạng, các thông số mạng sẽ được khớp với cơ sở dữ liệu để tìm ra vị trí phù hợp nhất.

Tuy nhiên, khả năng áp dụng thực tế của các phương pháp trên còn hạn chế. Phương pháp định vị dựa trên độ khác biệt về thời gian đến cần các trạm phải đồng bộ về mặt thời gian, yêu cầu một nỗ lực lớn từ các nhà mạng để đảm bảo điều kiện này. Phương pháp cơ sở dữ liệu hiệp tương quan yêu cầu nhiều nỗ lực để xây dựng và cập nhật tập dữ liệu sử dụng làm cơ sở tham chiếu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích chung của sáng chế là đề xuất giải pháp định vị bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G tại phía nhà mạng.

Mục đích khác của sáng chế là để đề xuất giải pháp xác định vị trí xảy ra các bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G với tốc độ đủ nhanh, đủ tính linh hoạt và tổng quát để áp dụng cho nhiều hãng cung cấp thiết bị 3G khác nhau.

Mục đích chung và mục đích khác của sáng chế được bộc lộ ở dưới đây:

Trước hết, sáng chế đề xuất phương pháp định vị bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G tại phía nhà mạng. Sáng chế bao gồm các bước cơ bản: tách các bản tin giao tiếp chứa thông tin phục vụ định vị (bao gồm bản tin đo lường và bản tin yêu cầu thiết lập liên kết vô tuyến), gom nhóm bản tin, định vị từng nhóm bản tin, căn chỉnh vị trí các nhóm và ước lượng vị trí cho các bản tin còn lại. Sáng chế khai thác các bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và trạm không có sẵn thông tin vị trí mà chỉ bao gồm các bản tin theo giao thức được quy định bởi 3GPP. Do tương quan về mặt thời gian (vị trí xảy ra giao tiếp giữa thiết bị người dùng với các trạm không thay đổi nhiều trong một khoảng thời gian đủ nhỏ), độ chính xác và tin cậy của giải pháp định vị nhóm bản tin được đảm bảo. Bước căn chỉnh vị trí các nhóm dựa trên tương quan với vị trí ở thời điểm trước và ngay sau giúp giảm sai số của phương pháp.

Bên cạnh đó, sáng chế đề xuất giải pháp có tốc độ đủ nhanh, đủ tính linh hoạt và tổng quát để áp dụng cho nhiều nhà mạng và nhiều hãng cung cấp thiết bị 3G. Về

tính tổng quát, giải pháp hoạt động khi được cung cấp đủ dữ liệu thích hợp: về dữ liệu bản tin viễn thông bao gồm bản tin đo lường và bản tin yêu cầu thiết lập liên kết vô tuyến, về dữ liệu mạng lưới bao gồm tọa độ, loại ăng-ten và cấu hình của từng trạm. Những bản tin viễn thông trên là một phần mặc định của chuẩn đưa ra bởi 3GPP, được cung cấp bởi các hãng cung cấp thiết bị 3G; dữ liệu mạng lưới là dữ liệu sẵn có của nhà mạng. Mạng lưới không cần bất kỳ thay đổi nào khi triển khai giải pháp. Về độ linh hoạt, người triển khai có thể điều chỉnh độ chính xác của giải pháp dựa vào việc điều chỉnh các tham số của quá trình định vị. Về tốc độ, trong bước định vị nhóm, phương pháp tối ưu để tìm vị trí trong các trường hợp quy về bài toán tối ưu phi tuyến có giới hạn trên về số bước cần để xác định lời giải, mỗi bước có thời gian tính $O(1)$, các trường hợp khác đều có thời gian tính $O(1)$. Bước căn chỉnh duyệt qua danh sách các nhóm có thời gian tính $O(N)$ (với N là số nhóm). Bước gom nhóm hay nội, ngoại suy có thời gian tính $O(M)$ (với M là số bản tin cần định vị). Do $N < M$ nên thời gian tính của toàn phương pháp là $O(M)$, đảm bảo phương pháp có tốc độ nhanh đủ để được áp dụng trong thực tế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 mô tả hoạt động chung của phương pháp định vị bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G.

Hình 2 mô tả phương pháp định vị nhóm.

Hình 2.1 mô tả phương pháp định vị một trạm tham chiếu, là một thành phần của phương pháp định vị nhóm.

Hình 2.2 mô tả phương pháp định vị hai trạm tham chiếu, là một thành phần của phương pháp định vị nhóm.

Hình 2.3 mô tả phương pháp định vị đa trạm tham chiếu, là một thành phần của phương pháp định vị nhóm.

Hình 3 mô tả pha tiến trong phương pháp hiệu chỉnh hai pha, được sử dụng để căn chỉnh vị trí các nhóm sau khi qua bước định vị nhóm.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây đề cập đến mô tả chi tiết phương pháp định vị bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G thông qua diễn giải, ví dụ minh họa và hình vẽ kèm theo.

Các thuật ngữ sau đây được sử dụng trong sáng chế:

3G: công nghệ truyền thông thế hệ thứ ba, cho phép truyền cả dữ liệu thoại và dữ liệu ngoài thoại (tải dữ liệu, gửi email, tin nhắn nhanh, hình ảnh,...);

3GPP: dự án đối tác thế hệ thứ 3, là một sự hợp tác giữa các nhóm hiệp hội viễn thông, nhằm tạo ra một tiêu chuẩn kỹ thuật hệ thống điện thoại di động thế hệ thứ ba (3G) áp dụng toàn cầu nằm trong dự án “viễn thông di động quốc tế-2000” của liên minh viễn thông quốc tế;

Measurement Report: bản tin đo lường, là bản tin trao đổi giữa thiết bị người dùng và trạm, chứa thông tin về giá trị mức thu, cường độ tín hiệu nhận được tại phía thiết bị người dùng;

NBAP Radio Link Setup Request: bản tin yêu cầu thiết lập liên kết vô tuyến, chứa thông tin về giá trị mức thu, cường độ tín hiệu nhận được tại phía thiết bị người dùng;

Cost231: tên mô hình truyền sóng sử dụng cho mạng 3G trong sáng chế này;

KPI (Key Performance Indicator): chỉ số hoạt động quan trọng, là các chỉ số thể hiện mức độ tốt của hoạt động của một hệ thống, thiết bị,... nào đó.

Ngoài ra, sáng chế sử dụng các ký hiệu có dạng A_B_C_D với mục đích thể hiện tham số hoặc hằng số cho phương pháp. Các tham số này được thiết lập bởi người sử dụng sáng chế.

Theo phương án thực hiện sáng chế, tham chiếu Hình 1, phương pháp định vị bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G bao gồm năm bước thực hiện chính. Ý tưởng của phương pháp là định vị các nhóm bản tin đo lường (chứa thông tin định vị tốt hơn) trước, rồi dựa vào các nhóm bản tin này để định vị cho các bản tin còn lại.

Theo một khía cạnh thực hiện phương án, với bối cảnh cần định vị các bản tin giao tiếp giữa một thiết bị của một người dùng với trạm 3G, luồng hoạt động của phương pháp được mô tả như sau:

Bước 1: tách bản tin hỗ trợ xác định vị trí, bao gồm bản tin đo lường và bản tin yêu cầu thiết lập liên kết vô tuyến. Xác định giá trị tỷ lệ thay đổi kích thước cho từng giá trị độ trễ lan truyền.

Bước 2: gom nhóm bản tin đo lường. Xác định giá trị độ trễ lan truyền và tỷ số thay đổi kích thước cho từng nhóm bản tin đo lường dựa trên giá trị tỷ lệ thay đổi kích thước cho từng độ trễ lan truyền.

Bước 3: định vị nhóm. Xác định vị trí đại diện cho từng nhóm bản tin đo lường.

Bước 4: căn chỉnh vị trí nhóm. Căn chỉnh vị trí của từng nhóm dựa trên tương quan với các vị trí nhóm ở thời điểm ngay trước và ngay sau đó.

Bước 5: định vị các bản tin còn lại sử dụng phương pháp nội suy và ngoại suy.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, tại bước tách bản tin hỗ trợ xác định vị trí, các bản tin hỗ trợ định vị được lấy ra từ tập các dữ liệu bản tin trao đổi giữa thiết bị người dùng với trạm trong mạng lưới. Phương pháp quan tâm tới hai loại bản tin phục vụ định vị, bao gồm: bản tin đo lường chứa thông tin về giá trị mức thu và cường độ tín hiệu tại thiết bị người dùng so với một hoặc nhiều trạm, và bản tin yêu cầu thiết lập kết nối vô tuyến chứa thông tin độ trễ lan truyền tại thời điểm khởi tạo kết nối. Bước này cũng tiến hành xác định giá trị tỷ lệ thay đổi kích thước cho từng giá trị độ trễ lan truyền theo thời gian.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, tại bước gom nhóm bản tin đo lường, các bản tin đo lường được gom thành các nhóm dựa trên tương quan về mặt thời gian. Bên cạnh việc gom nhóm các bản tin đo lường gần nhau về mặt thời gian, bước này cũng tiến hành gán giá trị độ trễ lan truyền và tỷ số thay đổi kích thước tương ứng cho nhóm đó.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, tại bước định vị nhóm: từng nhóm bản tin đo lường thu được từ bước gom nhóm trên sẽ được định vị. Mục tiêu của bước định vị nhóm là xác định một tọa độ đại diện cho nhóm. Nói khác, mọi bản tin đo lường trong nhóm sẽ có tọa độ chính bằng tọa độ xác định được cho nhóm. Tại bước này, nguồn dữ liệu cấu hình mạng lưới được sử dụng, bao gồm tọa độ của các trạm, thông tin cấu hình của từng trạm. Phương pháp định vị nhóm trước hết xác định các trạm phân biệt xảy ra việc trao đổi bản tin với thiết bị người dùng. Dựa trên số lượng trạm phân biệt trên mà phương pháp sẽ có bước xử lý phù hợp. Tuy nhiên, cách làm chung của phương pháp là ước lượng khoảng cách thực tế từ vị trí nhóm tới từng trạm thuộc tập các trạm phân biệt (dựa trên giá trị mức thu, mô hình truyền sóng và tỷ số thay đổi kích thước). Sau đó xác định điểm tốt nhất thỏa mãn khoảng cách tới từng trạm bằng khoảng cách ước lượng thực tế đã được tính. Kết thúc bước định vị nhóm, ta thu được một chuỗi <vị trí, kiểu định vị> theo thời gian.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, tại bước căn chỉnh vị trí nhóm (hay gọi khác là hiệu chỉnh hai pha), vị trí của các nhóm được hiệu chỉnh dựa trên

tương quan về mặt thời gian. Bước này nhận chuỗi đầu ra của bước định vị nhóm làm đầu vào, tiến hành điều chỉnh vị trí của từng thành phần trong chuỗi dựa trên tương quan về mặt vị trí và thời gian với thành phần trước và ngay sau đó. Kết thúc bước hiệu chỉnh hai pha, ta thu được vị trí các nhóm bản tin đo lường theo thời gian.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, tại bước định vị các bản tin còn lại, vị trí đã căn chỉnh của các nhóm bản tin đo lường thu được từ bước căn chỉnh vị trí nhóm được sử dụng làm cơ sở tham chiếu để định vị cho các bản tin còn lại. Tại bước này, các phương pháp nội suy và ngoại suy được sử dụng để xác định vị trí của các bản tin còn lại dựa vào tương quan về mặt thời gian.

Theo phương án thực hiện sáng chế, phương pháp định vị bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G sử dụng hai nguồn dữ liệu là dữ liệu về các bản tin viễn thông (tham chiếu Hình 1 - khối 6) và dữ liệu về cấu hình mạng lưới (tham chiếu Hình 1 - khối 7).

Tham chiếu Hình 1, phương án định vị bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng và các trạm trong mạng 3G, các bước hoạt động chi tiết như sau:

Tại bước 1: tách bản tin hỗ trợ xác định vị trí;

Các tham số, hằng số xuất hiện trong bước tách bản tin hỗ trợ xác định vị trí bao gồm:

MAX_DIFF_TO_NBAP - khoảng thời gian lớn nhất từ thời điểm xảy ra giá trị độ trễ truyền tới thời điểm có bản tin đo lường mà có thể coi nhận giá trị độ trễ truyền đó.

Với mỗi thiết bị người dùng trong một phiên tương tác với các trạm, hai loại bản tin hỗ trợ định vị được lấy ra từ nguồn dữ liệu bản tin viễn thông bao gồm: bản tin đo lường và bản tin yêu cầu thiết lập kết nối vô tuyến xuất hiện tại thời điểm khởi tạo kết nối. Các thông tin quan trọng sau đó được trích xuất từ các bản tin này, cụ thể: với bản tin đo lường, các thông tin về định danh của trạm mà thiết bị người dùng đang giao tiếp (sử dụng trường mã xáo trộn) và các giá trị mức thu tương ứng với trạm đó được trích xuất; với bản tin yêu cầu thiết lập kết nối vô tuyến, thông tin về độ trễ lan truyền được trích xuất.

Tiếp theo, một hệ số điều chỉnh kích thước được xác định cho từng giá trị độ trễ lan truyền của từng bản tin yêu cầu thiết lập kết nối vô tuyến bằng phương pháp sau:

Xác định thời gian ứng với từng giá trị độ trễ truyền chính là thời gian xuất hiện bản tin yêu cầu thiết lập kết nối vô tuyến. Với mục đích lấy ra các bản tin đo lường thuộc về kết nối hiện tại, lọc ra các bản tin đo lường có thời gian xảy ra sau và gần với thời gian xảy ra giá trị độ trễ truyền đó. Độ gần về mặt thời gian được điều khiển thông qua tham số MAX_DIFF_TO_NBAP. Nếu không tìm được bản tin đo lường nào trong khoảng thời gian MAX_DIFF_TO_NBAP sau thời gian xảy ra giá trị độ trễ truyền, tỷ lệ thay đổi kích thước cho giá trị độ trễ lan truyền đó nhận giá trị 1,0. Ngược lại, lấy thông tin về trạm, giá trị mức thu ứng với từng trạm trong từng bản tin đo lường và tính tỷ lệ thay đổi kích thước như sau:

Xác định khoảng cách lớn nhất trên lý thuyết từ trạm tới vị trí xảy ra bản tin qua công thức: $(1 + \text{độ trễ lan truyền}) * 234,0$

với 234,0 là hệ số quy đổi từ độ trễ lan truyền sang mét, và được tính như sau: do thông tin độ trễ lan truyền được truyền đi trong ba chips, trong một giây có 3,84M chips, vận tốc ánh sáng là $3 * 10^8$ m/s nên giá trị quy đổi được tính bởi: độ trễ truyền = $1 / (3,84 * 10^6) * 3 * 10^8 = 234,0$ m).

Xác định khoảng cách từ trạm tới vị trí xảy ra bản tin dựa trên mô hình truyền sóng. Nếu khoảng cách lớn nhất trên lý thuyết nhỏ hơn khoảng cách tính từ mô hình truyền sóng thì tỷ số thay đổi kích thước ứng với trạm sẽ bằng tỷ số của hai khoảng cách theo thứ tự đó. Ngược lại, tỷ số thay đổi kích thước ứng với trạm sẽ bằng 1,0.

Tỷ số thay đổi kích thước cho giá trị độ trễ lan truyền nhận giá trị cuối cùng là giá trị bé nhất trong các tỷ số thay đổi kích thước cho từng trạm đã được tính.

Kết thúc bước tách bản tin hỗ trợ định vị, ta có các bản tin đo lường theo thời gian, các giá trị độ trễ truyền và hệ số thay đổi kích thước tương ứng theo thời gian.

Tại bước 2: gom nhóm bản tin đo lường;

Các tham số, hằng số xuất hiện trong bước gom nhóm bản tin đo lường bao gồm:

GROUPING_DURATION - khoảng thời gian lớn nhất từ thời điểm xảy ra một bản tin đo lường tới thời điểm xảy ra của một bản tin đo lường khác mà có thể coi là thuộc về bản tin đo lường đang xét;

ASSIGN_RATIO_TO_GROUP_DURATION - khoảng thời gian lớn nhất từ thời điểm xảy ra nhóm bản tin đo lường tới thời điểm có giá trị độ trễ lan truyền mà có thể coi là thuộc về nhóm bản tin đo lường đang xét.

Mục đích của bước này là gom nhóm các bản tin đo lường (đã được sắp xếp theo thời gian tăng dần) về mặt thời gian và gán hệ số thay đổi kích thước (được sắp xếp tăng dần về mặt thời gian) cho từng nhóm. Cụ thể như sau:

Khởi tạo kết quả là một danh sách trống. Bắt đầu từ bản tin đo lường đầu tiên (tại thời điểm t), gom các bản tin đo lường nằm trong khoảng thời gian từ thời điểm t tới $t + \text{GROUPING_DURATION}$ vào một nhóm và thêm vào kết quả. Lặp lại quá trình với các bản tin tiếp theo chưa có nhóm.

Với mỗi nhóm, xác định một giá trị tỷ số thay đổi kích thước có thời gian không trước khoảng thời gian của nhóm quá một khoảng $\text{ASSIGN_RATIO_TO_GROUP_DURATION}$. Nếu không tìm được thì tỷ số thay đổi kích thước nhóm được thiết lập là 1,0.

Quá trình trên sinh ra các nhóm bản tin đo lường và giá trị tỷ số thay đổi kích thước cho chúng tại thời điểm kết thúc.

Tại bước 3: định vị nhóm;

Các tham số, hằng số xuất hiện trong bước định vị nhóm sử dụng bao gồm:

IN_BUILDING: hằng số thể hiện kiểu định vị là định vị cho bản tin tương tác với trạm trong nhà;

SINGLE_MR: hằng số thể hiện kiểu định vị là định vị với một trạm tham chiếu mà không phải là trạm trong nhà;

TWO_MRS_OPT: hằng số thể hiện kiểu định vị là định vị với hai trạm tham chiếu và sử dụng phương pháp tối ưu phi tuyến;

TWO_MRS_INTERSECTION: hằng số thể hiện kiểu định vị là định vị với hai trạm tham chiếu và có sử dụng tính giao cắt của đường tròn;

MORE_THAN_FOUR_MRS: hằng số thể hiện kiểu định vị là định vị đa trạm tham chiếu với số lượng trạm tham chiếu lớn hơn bốn;

FOUR_MRS: hằng số thể hiện kiểu định vị là định vị đa trạm tham chiếu với số lượng trạm tham chiếu bằng bốn;

THREE_MRS: hằng số thể hiện kiểu định vị là định vị đa trạm tham chiếu với số lượng trạm tham chiếu bằng ba.

Đầu vào của bước định vị nhóm là nhóm các bản tin đo lường, và tỷ số thay đổi kích thước của nhóm. Tham chiếu Hình 2 mô tả hoạt động của phương pháp định vị nhóm. Phương pháp bắt đầu, khởi tạo kết quả định vị rỗng (đồng nghĩa với chưa có kết

quả). Tiếp theo, xây dựng một danh sách các trạm phân biệt xảy ra trao đổi bản tin đo lường trong nhóm. Với mỗi trạm trong danh sách trạm phân biệt này, lựa chọn giá trị mức thu đại diện cho tập các giá trị mức thu từ các bản tin đo lường liên quan tới trạm làm đại diện. Có nhiều tiêu chuẩn lựa chọn giá trị mức thu đại diện, chẳng hạn có thể chọn giá trị mức thu lớn nhất/trung bình/.... từ tập các giá trị mức thu ứng với trạm.

Tham chiếu Hình 2, dựa trên số lượng trạm phân biệt, ta xét các trường hợp sau:

- Trường hợp bằng 0, trả về kết quả là không định vị được và kết thúc.
- Trường hợp bằng 1, khi này, ta biết được tất cả các bản ghi đo lường trong nhóm đều thuộc về một trạm. Nếu trạm này là trạm trong nhà (trạm chỉ phục vụ cho một tòa nhà) thì lấy tọa độ của trạm làm vị trí của thiết bị người dùng và thiết lập loại kết quả định vị là IN_BUILDING. Ngược lại thì định vị thiết bị người dùng bằng phương pháp định vị một trạm tham chiếu.
- Trường hợp bằng 2, định vị người dùng bằng phương pháp định vị với hai trạm tham chiếu.
- Trường hợp nhiều hơn 2, định vị người dùng bằng phương pháp định vị đa trạm tham chiếu.

Tham chiếu Hình 2, vị trí định vị được từ các bước trên đều sẽ được kiểm tra xem có nằm ngoài khoảng cách lớn nhất cho phép từ trạm hay không. Nếu không thì trả về kết quả và kết thúc. Ngược lại thì tiến hành hiệu chỉnh kết quả như sau:

- Chọn trạm có khoảng cách nhỏ nhất tới vị trí định vị hiện tại (gọi là trạm mốc). Tính giá trị góc mang từ trạm này tới vị trí định vị hiện tại.
- Tính giá trị góc mang hiệu chỉnh, bằng trung bình cộng của góc mang đã xác định ở bước trước và phương vị của trạm.
- Dịch chuyển vị trí hiện tại (gọi là vị trí gốc) tới vị trí (gọi là vị trí đích) thỏa mãn: góc mang từ trạm mốc tới vị trí đích bằng giá trị của góc mang hiệu chỉnh và khoảng cách từ vị trí đích tới trạm mốc bằng khoảng cách từ vị trí gốc tới trạm mốc.
- Trả về vị trí sau khi được hiệu chỉnh và kết thúc.

Đầu ra của bước định vị nhóm là một vị trí đại diện cho nhóm các bản tin đo lường đầu vào và kiểu định vị sử dụng.

Theo phương án thực hiện sáng chế, tương ứng với số lượng trạm phân biệt có giá trị mức thu từ nhóm các bản tin đo lường, việc định vị tương ứng được thực hiện khác biệt, cụ thể như sau:

- Định vị một trạm tham chiếu:

Sử dụng dữ liệu đầu vào là thông tin trạm có bản tin đo lường của người dùng, giá trị mức thu đại diện ứng với trạm, tỷ số điều chỉnh kích thước. Đầu ra của định vị một trạm tham chiếu là vị trí của nhóm bản tin đo lường và kiểu định vị sử dụng.

Tham chiếu Hình 2.1 mô tả các bước trong phương pháp định vị một trạm tham chiếu với các bước như sau:

Bắt đầu và tính khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới vị trí thiết bị người dùng; xác định một điểm ngẫu nhiên làm vị trí của thiết bị người dùng dựa trên khoảng cách ước lượng thực tế thu được trước đó; trả về vị trí người dùng, cùng với loại kết quả định vị là SINGLE_MR; kết thúc. Trong đó:

Tại bước tính khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới vị trí nhóm, cụ thể:

Tính suy hao do khoảng cách bằng hiệu của công suất nguồn với giá trị mức thu. Trong trường hợp không có thông tin giá trị công suất nguồn của trạm, sử dụng một giá trị mặc định cho giá trị công suất nguồn;

Tính khoảng cách ước lượng trên lý thuyết từ trạm tới thiết bị người dùng sử dụng mô hình truyền sóng với độ suy hao thu được ở trên. Mô hình truyền sóng được sử dụng cho mạng 3G là Cost231, thông tin sử dụng cho mô hình này là các thông tin đặc trưng về sóng và ăng-ten của từng trạm;

Khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới thiết bị người dùng bằng tích của khoảng cách ước lượng lý thuyết từ mô hình truyền sóng với hệ số điều chỉnh kích thước.

Tại bước xác định một điểm ngẫu nhiên làm vị trí của thiết bị người dùng, cụ thể như sau:

Lấy ngẫu nhiên một góc sao cho giá trị của nó không lệch giá trị góc phương vị của trạm một khoảng vượt quá độ rộng búp sóng chính của trạm đó. Xác định điểm cách trạm một khoảng cách bằng khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới vị trí nhóm và góc mang từ trạm tới điểm đó bằng với góc được lấy ngẫu nhiên.

Công thức xấp xỉ sử dụng để xác định điểm đích biết trước một điểm gốc, một khoảng cách cho trước từ điểm gốc tới điểm đích và góc mang từ điểm gốc tới điểm đích như sau:

$$ec = 6356725 + 21412 * (90,0 - vĩ_độ_gốc) / 90,0$$

$$ed = ec * \cos(vĩ_độ_gốc * \pi / 180)$$

$$vĩ_độ_đích = 180,0 / \pi * (d * \cos(b * \pi / 180,0) / ec + vĩ_độ_gốc * \pi / 180)$$

$$kinh_độ_đích = 180,0 / \pi * (d * \sin(b * \pi / 180,0) / ed + kinh_độ_gốc * \pi / 180).$$

Trong đó: (vĩ_độ_đích, kinh_độ_đích) là tọa độ của điểm đích cần tính; (vĩ_độ_gốc, kinh_độ_gốc) là tọa độ của điểm gốc; d là khoảng cách cho trước; b là góc mang cho trước; các giá trị vĩ độ, kinh độ đều có đơn vị là độ; pi là giá trị số pi (3,14159265359) và ec, ed là các giá trị trung gian (để rút gọn công thức); sin, cos là các hàm tính giá trị sin và cos của góc ở dạng đơn vị đo radian.

- Định vị hai trạm tham chiếu:

Sử dụng đầu vào là thông tin hai trạm có bản tin đo lường, giá trị mức thu đại diện ứng với từng trạm, tỷ số điều chỉnh kích thước. Thu được kết quả đầu ra là vị trí của nhóm bản tin đo lường và kiểu định vị sử dụng.

Tham chiếu Hình 2.2 mô tả các bước trong phương pháp định vị với hai trạm tham chiếu với các bước như sau:

Bắt đầu;

Tính khoảng cách ước lượng thực tế từ từng trạm tới thiết bị người dùng, trong đó cách tính khoảng cách ước lượng thực tế này cho từng trạm giống với cách tính khoảng cách ước lượng thực tế trong bước tính khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới vị trí thiết bị người dùng của phương pháp định vị với một trạm tham chiếu (tham chiếu bước 2 phương pháp định vị một trạm tham chiếu);

Tìm tập giao điểm của hai đường tròn, mỗi đường tròn có tâm là tọa độ của trạm và bán kính tương ứng là khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới thiết bị người dùng. Dựa vào số lượng giao điểm của hai đường tròn bằng 0, 1 hay 2 để tiếp tục định vị thiết bị người dùng. Cụ thể như sau:

- Số lượng giao điểm bằng 0: lúc này, mục tiêu tìm kiếm là một điểm tốt nhất mà khoảng cách từ điểm đó tới từng trạm bằng khoảng cách ước lượng thực

tế từ điểm đó tới trạm đó. Lời giải xấp xỉ tốt nhất chính là lời giải cho biểu thức sau đây đạt giá trị nhỏ nhất có thể:

$$L(x) = \sum (1 - \text{khoảng cách}(x, \text{trạm}) / \text{khoảng cách ước lượng}(x, \text{trạm}))^2$$

Trong đó, x là lời giải cần tìm, khoảng cách(x, trạm) là khoảng cách từ điểm x đến trạm, khoảng cách ước lượng(x, trạm) là khoảng cách ước lượng thực tế từ điểm x đến trạm, tổng được lấy trên tập tất cả các trạm tham chiếu tới.

Tham chiếu Hình 2.2, sử dụng phương pháp tối ưu phi tuyến được để tìm lời giải xấp xỉ tốt nhất cho bài toán này. Nếu tìm được lời giải, ghi nhận kết quả định vị chính là lời giải của phương pháp tối ưu phi tuyến và loại kết quả định vị là TWO_MRS_OPT.

Nếu không tìm được lời giải, xác định hai điểm mới như sau: điểm thứ nhất cách trạm thứ nhất một khoảng bằng khoảng cách ước lượng thực tế từ vị trí nhóm tới trạm thứ nhất và có góc mang từ trạm thứ nhất tới điểm đó bằng phương vị của trạm thứ nhất; điểm thứ hai được xác định tương tự với trạm thứ hai. Lấy trung điểm của hai điểm mới này làm kết quả định vị và loại kết quả định vị được sử dụng là TWO_MRS_INTERSECTION.

- Số lượng giao điểm bằng 1: nếu giao điểm này nằm trong khoảng độ rộng của búp sóng chính của một trong hai trạm thì gán kết quả chính là điểm cắt và loại kết quả định vị là TWO_MRS_INTERSECTION.

Ngược lại, tức là nếu giao điểm này không nằm trong khoảng độ rộng của búp sóng chính của một trong hai trạm, tiến hành lựa chọn điểm ngẫu nhiên làm kết quả định vị với loại kết quả định vị là SINGLE_MR. Cách lựa chọn điểm ngẫu nhiên này giống với bước xác định một điểm ngẫu nhiên làm vị trí của thiết bị người dùng trong phương pháp định vị một trạm tham chiếu. Với bước chọn ngẫu nhiên này, trạm gốc (để làm cơ sở lấy ngẫu nhiên) là trạm với giá trị khoảng cách ước lượng thực tế là bé nhất (nếu khoảng cách ước lượng là như nhau thì chọn ngẫu nhiên một trong hai trạm làm trạm gốc), khoảng cách lấy ngẫu nhiên cũng tương ứng là khoảng cách ước lượng bé nhất.

- Số lượng giao điểm bằng 2: điểm cho mục tiêu tốt hơn sẽ được chọn làm kết quả định vị, và kiểu kết quả định vị được thiết lập là TWO_MRS_INTERSECTION.

Mục tiêu cần được chọn lựa sao cho trong phần lớn số trường hợp, điểm kết quả đem lại những vị trí có độ sai số thấp hơn. Ví dụ: lựa chọn điểm sao cho tích sau đạt giá trị bé hơn:

$(\text{khoảng_cách_ước_lượng_2} * \text{góc_mang_1} + \text{khoảng_cách_ước_lượng_1} * \text{góc_mang_2}),$

trong đó khoảng_cách_ước_lượng_i là khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm thứ i tới điểm cắt và góc_mang_i là góc mang từ trạm thứ i tới điểm cắt (với $i = 1, 2$).

Trả về kết quả định vị kèm với loại kết quả định vị;

Kết thúc.

- Định vị đa trạm tham chiếu:

Sử dụng dữ liệu đầu vào là thông tin các trạm phân biệt có bản tin đo lường, giá trị mức thu đại diện ứng với từng trạm, tỷ số điều chỉnh kích thước. Kết quả đầu ra bao gồm vị trí của nhóm bản tin đo lường và kiểu định vị sử dụng.

Tham chiếu Hình 2.3 mô tả phương pháp định vị đa trạm tham chiếu, cụ thể bao gồm các bước:

Bắt đầu;

Tính khoảng cách ước lượng thực tế từ vị trí cần xác định đến từng trạm trong danh sách các trạm phân biệt có thông tin mức thu. Tham chiếu bước 2 trong phương pháp định vị một trạm tham chiếu để biết cách tính khoảng cách ước lượng thực tế.

Sử dụng phương pháp tối ưu phi tuyến để tìm vị trí tốt nhất có thể tìm được của điểm cách các trạm các khoảng bằng khoảng các ước lượng thực tế. Hoạt động của bước này tương tự như hoạt động của bước định vị trong trường hợp hai đường tròn không có điểm chung trong phương pháp định vị hai trạm tham chiếu;

Trong trường hợp tìm được lời giải tối ưu, lời giải sẽ được lấy làm kết quả định vị. Ứng với số lượng trạm tham chiếu tới, kiểu định vị nhận một giá trị khác nhau, cụ thể:

MORE_THAN_FOUR_MRS: kiểu định vị này tham chiếu tới nhiều hơn bốn trạm;

FOUR_MRS: kiểu định vị này tham chiếu tới bốn trạm;

THREE_MRS: kiểu định vị này tham chiếu tới ba trạm.

Kết quả gồm có vị trí định vị và kiểu định vị sau đó được trả về và thủ tục kết thúc.

Trong trường hợp không tìm được lời giải tối ưu, chọn ra ba trạm và khoảng cách ước lượng thực tế tương ứng từ danh sách các trạm và khoảng cách ước lượng thực tế. Có nhiều tiêu chuẩn để lựa chọn: chọn trạm với giá trị mức thu lớn nhất, chọn trạm có tần suất xuất hiện nhiều nhất, ... Sau đó, sử dụng phương pháp tối ưu phi tuyến để ước lượng vị trí, với cách làm tương tự như trên.

Trong trường hợp tìm được lời giải, lời giải sẽ được lấy làm kết quả và kiểu định vị là THREE_MRS. Kết quả sau đó được trả về.

Ngược lại, chọn ra hai trạm từ danh sách các trạm phân biệt và thực hiện định vị hai trạm tham chiếu với hai trạm tham chiếu chính là hai trạm này. Kết quả sau đó được trả về.

Tại bước 4: căn chỉnh vị trí nhóm;

Sử dụng dữ liệu đầu vào là danh sách các bộ ba <thời gian, vị trí, kiểu định vị> được sắp xếp theo thứ tự tăng dần của thời gian, khoảng thời gian ảnh hưởng (khoảng thời gian mà hai nhóm được coi là có vị trí gần nhau) và số lần thực hiện hiệu chỉnh. Thu được dữ liệu đầu ra là danh sách các cặp <thời gian, vị trí> đã được hiệu chỉnh.

Phương pháp hiệu chỉnh hai pha bao gồm pha tiến và pha lùi. Pha tiến trong phương pháp nhận đầu vào là danh sách các bộ ba <thời gian, vị trí, kiểu định vị> được sắp xếp theo thứ tự tăng dần của thời gian, khoảng thời gian ảnh hưởng và số lần thực hiện hiệu chỉnh. Pha lùi được thực hiện ngay sau đó bằng cách thực hiện các bước trong pha tiến với đầu vào là kết quả từ pha tiến nhưng theo thứ tự ngược lại.

Tham chiếu Hình 3, pha tiến trong hiệu chỉnh hai pha hoạt động như sau:

Pha tiến nhận đầu vào là danh sách các bộ ba <thời gian, vị trí, kiểu định vị> được sắp xếp theo thứ tự tăng dần của thời gian. Pha tiến bắt đầu khởi tạo kết quả là một danh sách trống. Một danh sách các bộ ba <thời gian, vị trí, hệ số sửa đổi> được xây dựng từ danh sách đầu vào, trong đó hệ số sửa chữa được xác định từ kiểu định vị. Mỗi kiểu định vị sẽ được ánh xạ sang một hệ số sửa đổi riêng. Bộ hệ số sửa chữa này quyết định độ chính xác có thể đạt được của phương pháp hiệu chỉnh hai pha (và của toàn bộ phương pháp định vị nói chung).

Trong trường hợp số bộ ba thu được là nhỏ hơn 3, toàn bộ đầu vào được thêm vào kết quả và trả về, kết thúc.

Ngược lại, thành phần đầu tiên của danh sách đầu vào được thêm vào kết quả. Tiến hành duyệt qua tất cả các phần tử từ vị trí thứ hai tới vị trí cách vị trí cuối một vị trí và thực hiện các bước sau:

Lấy ra phần tử hiện tại, phần tử ngay trước và ngay sau của phần tử hiện tại. Xác định độ lệch về thời gian giữa phần tử hiện tại và phần tử ngay trước, và độ lệch về thời gian giữa phần tử hiện tại và phần tử ngay sau.

Nếu cả hai độ lệch thời gian đều nhỏ hơn khoảng thời gian ảnh hưởng. Xác định hệ số sửa chữa thực tế là giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị: hệ số sửa chữa thực tế mặc định và hệ số sửa chữa của phần tử hiện tại. Hệ số sửa chữa thực tế mặc định được định nghĩa bởi người sử dụng sáng chế. Sau đó, xác định điểm M là trung bình trọng số của điểm trước và điểm sau với trọng số tương ứng là độ lệch thời gian giữa điểm hiện tại với điểm trước và điểm sau. Sau đó, xác định điểm XM là trung bình trọng số của điểm hiện tại và điểm M với bộ trọng số tương ứng là hệ số sửa chữa thực tế và $(1 - \text{hệ số sửa chữa thực tế})$. Bộ ba <thời gian hiện tại, vị trí XM, kiểu định vị của điểm hiện tại> sau đó được thêm vào kết quả. Điểm M sử dụng để xác định phương, chiều của phép sửa đổi trong khi hệ số sửa chữa thực tế được sử dụng để xác định độ lớn của phép sửa đổi. Công thức xác định điểm C (tọa độ xc, yc) là trung bình trọng số của hai điểm A (tọa độ xa, ya) và B (tọa độ xb, yb) với trọng số wa, wb như sau:

$$xc = (wa * xa + wb * xb) / (wa + wb)$$

$$yc = (wa * ya + wb * yb) / (wa + wb)$$

Ngược lại, thêm điểm hiện tại vào danh sách kết quả.

Sau khi kết thúc việc duyệt, thêm phần tử cuối cùng trong danh sách đầu vào vào kết quả. Kết quả sau đó được trả về và thủ tục kết thúc.

Pha lùi được thực hiện tương tự như khi thực hiện pha tiến, khác biệt ở chỗ:

trường hợp số bộ ba thu được là nhỏ hơn 3, thực hiện thêm phần tử cuối cùng vào kết quả;

tại bước lặp, vòng lặp được thực hiện từ số_bộ_ba – 2 tới 1;

sau khi kết thúc việc duyệt, thêm phần tử đầu tiên vào kết quả.

Hai pha trên được lặp lại một số lần bằng số lần hiệu chỉnh. Các cặp <thời gian, vị trí> được lấy ra làm kết quả cuối cùng.

Tại bước 5: định vị các bản tin còn lại;

Tại bước này, các bản tin còn lại được định vị dựa trên các điểm tham chiếu là vị trí của các nhóm bản tin đo lường theo thời gian. Giả định rằng ta cần xác định vị trí của một bản tin tại thời điểm t và biết được vị trí, thời gian của các nhóm bản tin đo lường đã được định vị. Để xác định vị trí của bản tin tại thời điểm t , ta sử dụng một trong hai phương pháp sau:

Nội suy: sử dụng khi thời gian của bản tin cần định vị t có giá trị nằm trong khoảng thời gian có định vị của các nhóm bản tin đo lường. Nội suy là phương pháp sử dụng để xây dựng các điểm dữ liệu nằm trong khoảng giá trị của một tập dữ liệu rời rạc của các điểm dữ liệu biết trước. Các phương pháp nội suy như tuyến tính, đa thức phi tuyến, đường cong,... đều có thể được sử dụng.

Ngoại suy: sử dụng khi thời gian của bản tin cần định vị có giá trị nằm ngoài khoảng thời gian có định vị của các nhóm bản tin đo lường. Ngoại suy là phương pháp sử dụng để xây dựng các điểm dữ liệu nằm ngoài khoảng giá trị của một tập dữ liệu rời rạc của các điểm dữ liệu biết trước. Các phương pháp ngoại suy như tuyến tính, đa thức phi tuyến, đường cong,... đều có thể được sử dụng.

Trong trường hợp không đủ tự tin xác định vị trí của bản tin thì ta sẽ không xác định vị trí. Không đủ tự tin bao gồm trường hợp thời gian của bản tin cần định vị có giá trị nằm quá xa các mốc thời gian có định vị của nhóm các bản tin đo lường.

Hiệu quả kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế có khả năng áp dụng trong các hệ thống tối ưu vô tuyến sử dụng dữ liệu thực tế. Nhà mạng có thể sử dụng sáng chế này để xác định vị trí xảy ra các bản tin giao tiếp với mạng lưới, từ đó tính ra các giá trị KPI tại từng khu vực. Việc biết được các giá trị KPI cho từng khu vực sẽ giúp ích trong việc tối ưu lắp đặt, điều chỉnh trạm, nút mạng, điều chỉnh tham số mạng,...

Sáng chế có khả năng áp dụng cho các dịch vụ dựa trên vị trí, chẳng hạn xác định cửa hàng gần nhất, tiếp thị dựa trên khu vực,...

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G bao gồm 5 bước:

bước 1: tách bản tin hỗ trợ xác định vị trí, bao gồm bản tin đo lường và bản tin yêu cầu thiết lập liên kết vô tuyến, xác định tỷ số thay đổi kích thước cho độ trễ lan truyền; trong đó:

tỷ số thay đổi kích thước cho độ trễ lan truyền là một tỷ số gắn với từng giá trị độ trễ lan truyền, thể hiện tương đối mức độ thay đổi về khoảng cách từ vị trí ghi nhận độ trễ truyền tới các trạm gần vị trí đó; tỷ số này được cũng sử dụng để xác định “tỷ lệ thay đổi kích thước cho từng nhóm bản tin đo lường” được mô tả trong bước 2; cách xác định tỷ số như sau:

trích xuất giá trị độ trễ lan truyền từ bản tin yêu cầu thiết lập kết nối và xác định thời gian của độ trễ lan truyền này bằng thời gian của bản tin này;

tìm bản tin đo lường có thời gian gần nhất với bản tin yêu cầu thiết lập kết nối (là các bản tin đo lường cách bản tin thiết lập kết nối không quá khoảng thời gian MAX_DIFF_TO_NBAP);

nếu không tìm được, xác định giá trị cho tỷ số thay đổi kích thước cho độ trễ lan truyền bằng 1,0;

nếu tìm được, trích xuất thông tin trạm và mức thu tương ứng với từng trạm, sau đó xác định một danh sách các tỷ số thay đổi kích thước cho từng trạm trong bản tin đo lường;

bước 2: gom nhóm bản tin đo lường, xác định giá trị độ trễ lan truyền và tỷ lệ thay đổi kích thước cho từng nhóm bản tin đo lường; trong đó:

tỷ lệ thay đổi kích thước cho từng nhóm bản tin đo lường là một giá trị gắn với từng nhóm các bản tin đo lường, được sử dụng để ước lượng vị trí của từng nhóm trong bước 3; cách xác định tỷ số này như sau:

gom nhóm các bản tin đo lường dựa trên thời gian;

với từng nhóm các bản tin đo lường, tìm giá trị độ trễ lan truyền để gán cho nhóm đó; giá trị độ trễ lan truyền này là giá trị độ trễ truyền có thời gian không trước khoảng thời gian của nhóm quá một khoảng ASSIGN_RATIO_TO_GROUP_DURATION;

nếu tìm được giá trị độ trễ lan truyền, tỷ lệ thay đổi kích thước cho nhóm bản tin đo lường nhận giá trị bằng giá trị của tỷ số tỷ số thay đổi kích thước cho độ trễ lan truyền đã tìm được.

nếu không tìm được giá trị độ trễ lan truyền, tỷ lệ thay đổi kích thước cho nhóm bản tin đo lường nhận giá trị bằng 1,0;

bước 3: định vị nhóm, xác định vị trí đại diện cho từng nhóm bản tin đo lường;

bước 4: căn chỉnh vị trí nhóm, việc căn chỉnh vị trí của từng nhóm dựa trên tương quan với các vị trí nhóm ở thời điểm ngay trước và ngay sau đó;

bước 5: định vị các bản tin còn lại sử dụng phương pháp nội suy và ngoại suy.

2. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G theo điểm 1, trong đó tại bước 1: tách bản tin hỗ trợ xác định vị trí, thực hiện

trích xuất thông tin quan trọng từ các bản tin, cụ thể với bản tin đo lường, các thông tin về định danh của trạm mà thiết bị người dùng đang giao tiếp (sử dụng trường mã xáo trộn) và các giá trị mức thu tương ứng với trạm đó được trích xuất; với bản tin yêu cầu thiết lập kết nối vô tuyến, thông tin về độ trễ lan truyền được trích xuất;

một hệ số điều chỉnh kích thước được xác định cho từng giá trị độ trễ lan truyền của từng bản tin yêu cầu thiết lập kết nối vô tuyến;

xác định thời gian ứng với từng giá trị độ trễ truyền, cụ thể là lấy ra các bản tin đo lường thuộc về kết nối hiện tại, lọc ra các bản tin đo lường có thời gian xảy ra sau và gần với thời gian xảy ra giá trị độ trễ truyền đó;

xác định khoảng cách lớn nhất trên lý thuyết từ trạm tới vị trí xảy ra bản tin qua công thức: $(1 + \text{độ trễ lan truyền}) * 234,0$; với 234,0 là hệ số quy đổi từ độ trễ lan truyền sang mét, và được tính như sau: do thông tin độ trễ lan truyền được truyền đi trong ba chips, trong một giây có 3,84M chips, vận tốc ánh sáng là $3 * 10^8$ m/s nên giá trị quy đổi được tính bởi: $\text{độ trễ truyền} = 1 / (3,84 * 10^6) * 3 * 10^8 = 234,0$ m);

xác định khoảng cách từ trạm tới vị trí xảy ra bản tin dựa trên mô hình truyền sóng; nếu khoảng cách lớn nhất trên lý thuyết nhỏ hơn khoảng cách tính từ mô hình truyền sóng thì tỷ số thay đổi kích thước ứng với trạm sẽ bằng tỷ số của hai khoảng cách theo thứ tự đó; ngược lại, tỷ số thay đổi kích thước ứng với trạm sẽ bằng 1,0;

tỷ số thay đổi kích thước cho giá trị độ trễ lan truyền nhận giá trị cuối cùng là giá trị bé nhất trong các tỷ số thay đổi kích thước cho từng trạm đã được tính ở điểm 1.

3. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G theo điểm 1, trong đó tại bước 2 gom nhóm bản tin đo lường:

khởi tạo kết quả là một danh sách trống, khởi tạo kết quả là một danh sách trống, bắt đầu từ bản tin đo lường đầu tiên (xuất hiện tại thời điểm t), gom các bản tin đo lường nằm trong khoảng thời gian từ thời điểm t tới $t +$ khoảng thời gian lớn nhất từ thời điểm xảy ra một bản tin đo lường tới thời điểm xảy ra của một bản tin đo lường khác mà có thể coi là cuộc cùng nhóm với bản tin đo lường đang xét; vào một nhóm và thêm vào kết quả, lặp lại quá trình với các bản tin tiếp theo chưa có nhóm.

4. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G theo điểm 1, trong đó tại bước 3 định vị nhóm, với đầu vào là nhóm các bản tin đo lường, và tỷ số thay đổi kích thước của nhóm, thực hiện:

xây dựng một danh sách các trạm phân biệt xảy ra trao đổi bản tin đo lường trong nhóm;

với mỗi trạm trong danh sách trạm phân biệt này, lựa chọn giá trị mức thu đại diện cho tập các giá trị mức thu từ các bản tin đo lường liên quan tới trạm làm đại diện, cụ thể:

số trạm phân biệt bằng 0: không định vị được và kết thúc;

số trạm phân biệt bằng 1: nếu trạm này là trạm trong nhà: lấy tọa độ của trạm làm vị trí của thiết bị người dùng và thiết lập lại kết quả định vị là IN_BUILDING; ngược lại, thì định vị thiết bị người dùng bằng phương pháp định vị một trạm tham chiếu;

số trạm phân biệt bằng 2: định vị người dùng bằng phương pháp định vị với hai trạm tham chiếu;

số trạm phân biệt lớn hơn 2: định vị người dùng bằng phương pháp định vị đa trạm tham chiếu; từ vị trí định vị được kiểm tra xem có nằm ngoài khoảng cách lớn nhất cho phép từ trạm hay không, nếu không thì trả về kết quả là kết thúc; ngược lại thì tiến hành hiệu chỉnh kết quả.

5. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G theo điểm 4, trong đó, phương pháp định vị một trạm tham chiếu tại bước 3 được thực hiện như sau:

tính khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới vị trí thiết bị người dùng; cụ thể:

tính suy hao do khoảng cách bằng hiệu của công suất nguồn với giá trị mức thu; trong trường hợp không có thông tin giá trị công suất nguồn của trạm, sử dụng một giá trị mặc định cho giá trị công suất nguồn;

tính khoảng cách ước lượng trên lý thuyết từ trạm tới thiết bị người dùng sử dụng mô hình truyền sóng với độ suy hao thu được ở trên; mô hình truyền sóng được sử dụng cho mạng 3G là Cost231, thông tin sử dụng cho mô hình này là các thông tin đặc trưng về sóng và ăng-ten của từng trạm;

khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới thiết bị người dùng bằng tích của khoảng cách ước lượng lý thuyết từ mô hình truyền sóng với hệ số điều chỉnh kích thước;

xác định một điểm ngẫu nhiên làm vị trí của thiết bị người dùng dựa trên khoảng cách ước lượng thực tế thu được trước đó; cụ thể:

lấy ngẫu nhiên một góc sao cho giá trị của nó không lệch giá trị góc phương vị của trạm một khoảng vượt quá độ rộng búp sóng chính của trạm đó; xác định điểm cách trạm một khoảng cách bằng khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới vị trí nhóm và góc mang từ trạm tới điểm đó bằng với góc được lấy ngẫu nhiên;

công thức xấp xỉ sử dụng để xác định điểm đích biết trước một điểm gốc, một khoảng cách cho trước từ điểm gốc tới điểm đích và góc mang từ điểm gốc tới điểm đích như sau:

$$ec = 6356725 + 21412 * (90,0 - \text{vĩ_độ_gốc}) / 90,0$$

$$ed = ec * \cos(\text{vĩ_độ_gốc} * \pi / 180)$$

$$\text{vĩ_độ_đích} = 180,0 / \pi * (d * \cos(b * \pi / 180,0) / ec + \text{vĩ_độ_gốc} * \pi / 180)$$

$$\text{kinh_độ_đích} = 180,0 / \pi * (d * \sin(b * \pi / 180,0) / ed + \text{kinh_độ_gốc} * \pi / 180).$$

trong đó: (vĩ_độ_đích, kinh_độ_đích) là tọa độ của điểm đích cần tính; (vĩ_độ_gốc, kinh_độ_gốc) là tọa độ của điểm gốc; d là khoảng cách cho trước; b là góc mang cho trước; các giá trị vĩ độ, kinh độ đều có đơn vị là độ; pi là giá trị số pi

(3,14159265359) và e_c , e_d là các giá trị trung gian (để rút gọn công thức); $\sin$, $\cos$ là các hàm tính giá trị sin và cos của góc ở dạng đơn vị đo radian;

trả về vị trí người dùng, cùng với loại kết quả định vị là SINGLE_MR; kết thúc.

6. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G theo điểm 4, trong đó, phương pháp định vị hai trạm tham chiếu tại bước 3 được thực hiện như sau:

tính khoảng cách ước lượng thực tế từ từng trạm tới thiết bị người dùng, trong đó cách tính khoảng cách ước lượng thực tế này cho từng trạm giống với cách tính khoảng cách ước lượng thực tế trong bước tính khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới vị trí thiết bị người dùng của phương pháp định vị với một trạm tham chiếu;

tìm tập giao điểm của hai đường tròn, mỗi đường tròn có tâm là tọa độ của trạm và bán kính tương ứng là khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm tới thiết bị người dùng; dựa vào số lượng giao điểm của hai đường tròn bằng 0, 1 hay 2 để tiếp tục định vị thiết bị người dùng; cụ thể như sau:

số lượng giao điểm bằng 0: lúc này, mục tiêu tìm kiếm là một điểm tốt nhất mà khoảng cách từ điểm đó tới từng trạm bằng khoảng cách ước lượng thực tế từ điểm đó tới trạm đó; lời giải xấp xỉ tốt nhất chính là lời giải cho biểu thức sau đây đạt giá trị nhỏ nhất có thể:

$$L(x) = \sum (1 - \text{khoảng cách}(x, \text{trạm}) / \text{khoảng cách ước lượng}(x, \text{trạm}))^2$$

trong đó, x là lời giải cần tìm, khoảng cách(x , trạm) là khoảng cách từ điểm x đến trạm, khoảng cách ước lượng(x , trạm) là khoảng cách ước lượng thực tế từ điểm x đến trạm, tổng được lấy trên tập tất cả các trạm tham chiếu tới; nếu tìm được lời giải, ghi nhận kết quả định vị chính là lời giải của phương pháp tối ưu phi tuyến và loại kết quả định vị là TWO_MRS_OPT; nếu không tìm được lời giải, xác định hai điểm mới như sau: điểm thứ nhất cách trạm thứ nhất một khoảng bằng khoảng cách ước lượng thực tế từ vị trí nhóm tới trạm thứ nhất và có góc mang từ trạm thứ nhất tới điểm đó bằng phương vị của trạm thứ nhất; điểm thứ hai được xác định tương tự với trạm thứ hai; lấy trung điểm của hai điểm mới này làm kết quả định vị và loại kết quả định vị được sử dụng là TWO_MRS_INTERSECTION;

số lượng giao điểm bằng 1: nếu giao điểm này nằm trong khoảng độ rộng của búp sóng chính của một trong hai trạm thì gán kết quả chính là điểm

cắt và loại kết quả định vị là TWO_MRS_INTERSECTION; ngược lại, tức là nếu giao điểm này không nằm trong khoảng độ rộng của búp sóng chính của một trong hai trạm, tiến hành lựa chọn điểm ngẫu nhiên làm kết quả định vị với loại kết quả định vị là SINGLE_MR; cách lựa chọn điểm ngẫu nhiên này giống với bước xác định một điểm ngẫu nhiên làm vị trí của thiết bị người dùng trong phương pháp định vị một trạm tham chiếu; với bước chọn ngẫu nhiên này, trạm gốc (để làm cơ sở lấy ngẫu nhiên) là trạm với giá trị khoảng cách ước lượng thực tế là bé nhất (nếu khoảng cách ước lượng là như nhau thì chọn ngẫu nhiên một trong hai trạm làm trạm gốc), khoảng cách lấy ngẫu nhiên cũng tương ứng là khoảng cách ước lượng bé nhất;

số lượng giao điểm bằng 2: điểm cho mục tiêu tốt hơn sẽ được chọn làm kết quả định vị, và kiểu kết quả định vị được thiết lập là TWO_MRS_INTERSECTION; mục tiêu cần được chọn lựa sao cho trong phần lớn số trường hợp, điểm kết quả đem lại những vị trí có độ sai số thấp hơn. Ví dụ: lựa chọn điểm sao cho tích sau đạt giá trị bé hơn:

$$(\text{khoảng_cách_ước_lượng_2} * \text{góc_mang_1} + \text{khoảng_cách_ước_lượng_1} * \text{góc_mang_2}),$$

trong đó khoảng_cách_ước_lượng_i là khoảng cách ước lượng thực tế từ trạm thứ i tới điểm cắt và góc_mang_i là góc mang từ trạm thứ i tới điểm cắt (với $i = 1, 2$);

trả về kết quả định vị kèm với loại kết quả định vị và kết thúc.

7. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G theo điểm 4, trong đó, phương pháp định vị đa trạm tham chiếu tại bước 3 được thực hiện như sau:

tính khoảng cách ước lượng thực tế từ vị trí cần xác định đến từng trạm trong danh sách các trạm phân biệt có thông tin mức thu; tham chiếu phương pháp định vị một trạm tham chiếu để biết cách tính khoảng cách ước lượng thực tế;

sử dụng phương pháp tối ưu phi tuyến để tìm vị trí tốt nhất có thể tìm được của điểm cách các trạm các khoảng bằng khoảng các ước lượng thực tế; hoạt động của bước này tương tự như hoạt động của bước định vị trong trường hợp hai đường tròn không có điểm chung trong phương pháp định vị hai trạm tham chiếu;

trong trường hợp tìm được lời giải tối ưu, lời giải sẽ được lấy làm kết quả định vị; ứng với số lượng trạm tham chiếu tới, kiểu định vị nhận một giá trị khác nhau, cụ thể:

MORE_THAN_FOUR_MRS: kiểu định vị này tham chiếu tới nhiều hơn bốn trạm;

FOUR_MRS: kiểu định vị này tham chiếu tới bốn trạm;

THREE_MRS: kiểu định vị này tham chiếu tới ba trạm;

kết quả gồm có vị trí định vị và kiểu định vị sau đó được trả về và thủ tục kết thúc;

trong trường hợp không tìm được lời giải tối ưu, chọn ra ba trạm và khoảng cách ước lượng thực tế tương ứng từ danh sách các trạm và khoảng cách ước lượng thực tế; có nhiều tiêu chuẩn để lựa chọn: chọn trạm với giá trị mức thu lớn nhất, chọn trạm có tần suất xuất hiện nhiều nhất, ... sau đó, sử dụng phương pháp tối ưu phi tuyến để ước lượng vị trí, với cách làm tương tự như trên;

trong trường hợp tìm được lời giải, lời giải sẽ được lấy làm kết quả và kiểu định vị là THREE_MRS. Kết quả sau đó được trả về;

ngược lại, chọn ra hai trạm từ danh sách các trạm phân biệt và thực hiện định vị hai trạm tham chiếu với hai trạm tham chiếu chính là hai trạm này; kết quả sau đó được trả về.

8. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G theo điểm 1, trong đó tại bước 4: căn chỉnh vị trí nhóm, hay hiệu chỉnh hai pha, bao gồm cả pha tiến và pha lùi, pha tiến nhận đầu vào là danh sách các bộ ba <thời gian, vị trí, kiểu định vị> được sắp xếp theo thứ tự tăng dần của thời gian, khoảng thời gian ảnh hưởng và số lần thực hiện hiệu chỉnh, pha lùi được thực hiện ngay sau đó bằng cách thực hiện các bước trong pha tiến với đầu vào là kết quả từ pha tiến nhưng theo thứ tự ngược lại.

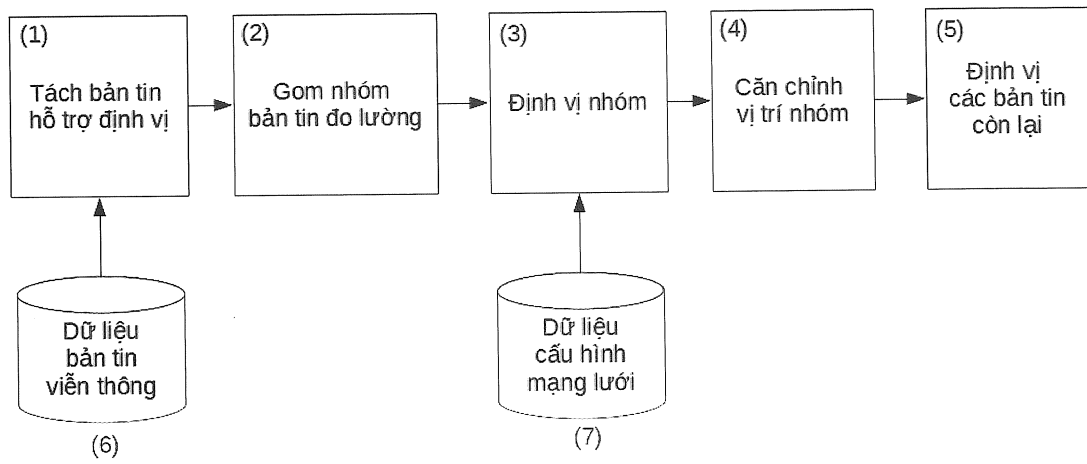
9. Phương pháp xác định vị trí xảy ra bản tin giao tiếp giữa thiết bị người dùng với mạng 3G theo điểm 1, trong đó tại bước 5: định vị các bản tin còn lại dựa trên các điểm tham chiếu là vị trí của các nhóm bản tin đo lường theo thời gian, sử dụng một trong hai phương pháp sau:

nội suy: sử dụng khi thời gian của bản tin cần định vị có giá trị nằm trong khoảng thời gian có định vị của các nhóm bản tin đo lường, xây dựng các điểm dữ liệu nằm trong khoảng giá trị của một tập dữ liệu rời rạc của các điểm dữ liệu biết trước;

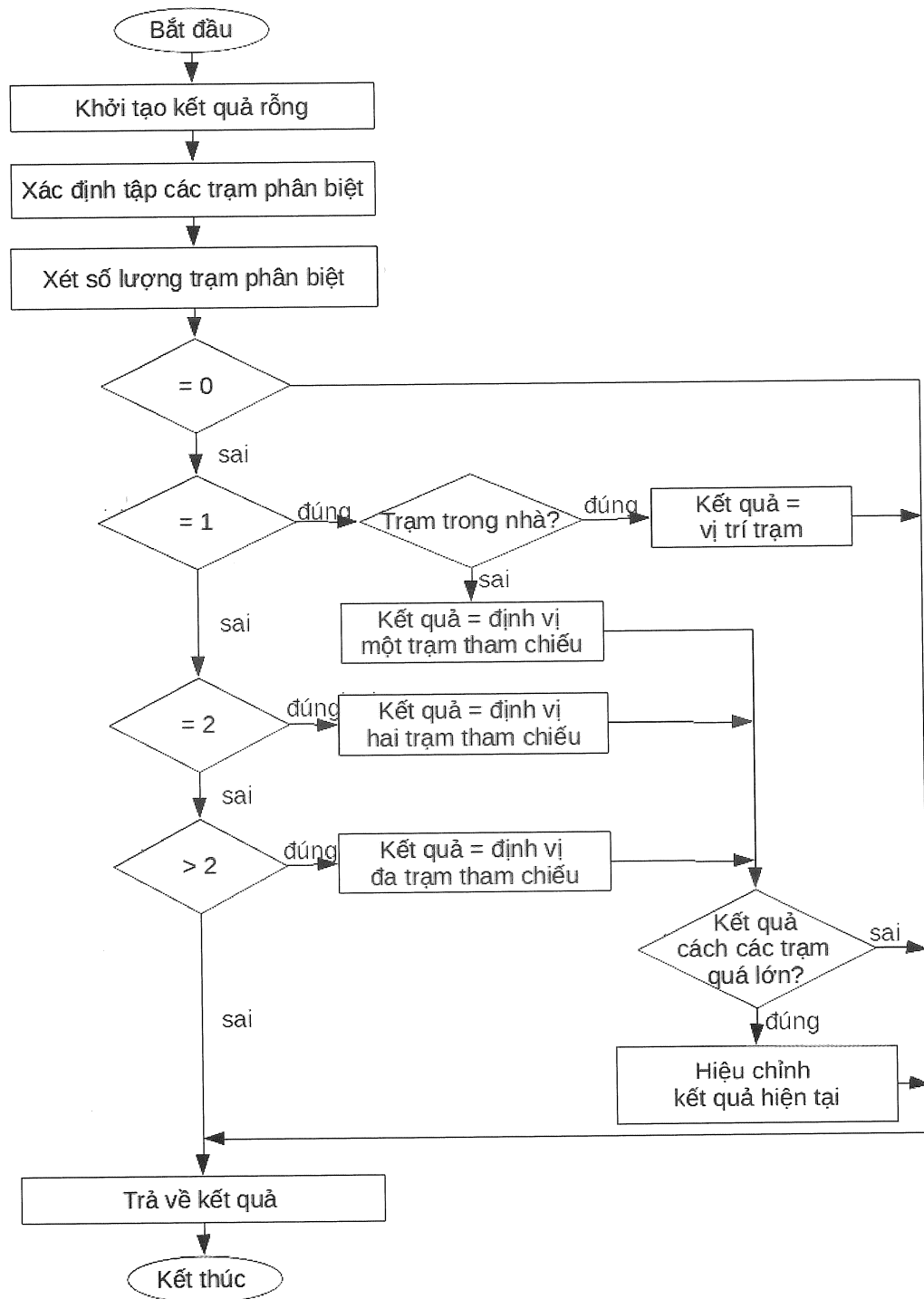
các phương pháp nội suy có thể được sử dụng như tuyến tính, đa thức phi tuyến, đường cong;

ngoại suy: sử dụng khi thời gian của bản tin cần định vị có giá trị nằm ngoài khoảng thời gian có định vị của các nhóm bản tin đo lường, xây dựng các điểm dữ liệu nằm ngoài khoảng giá trị của một tập dữ liệu rời rạc của các điểm dữ liệu biết trước;

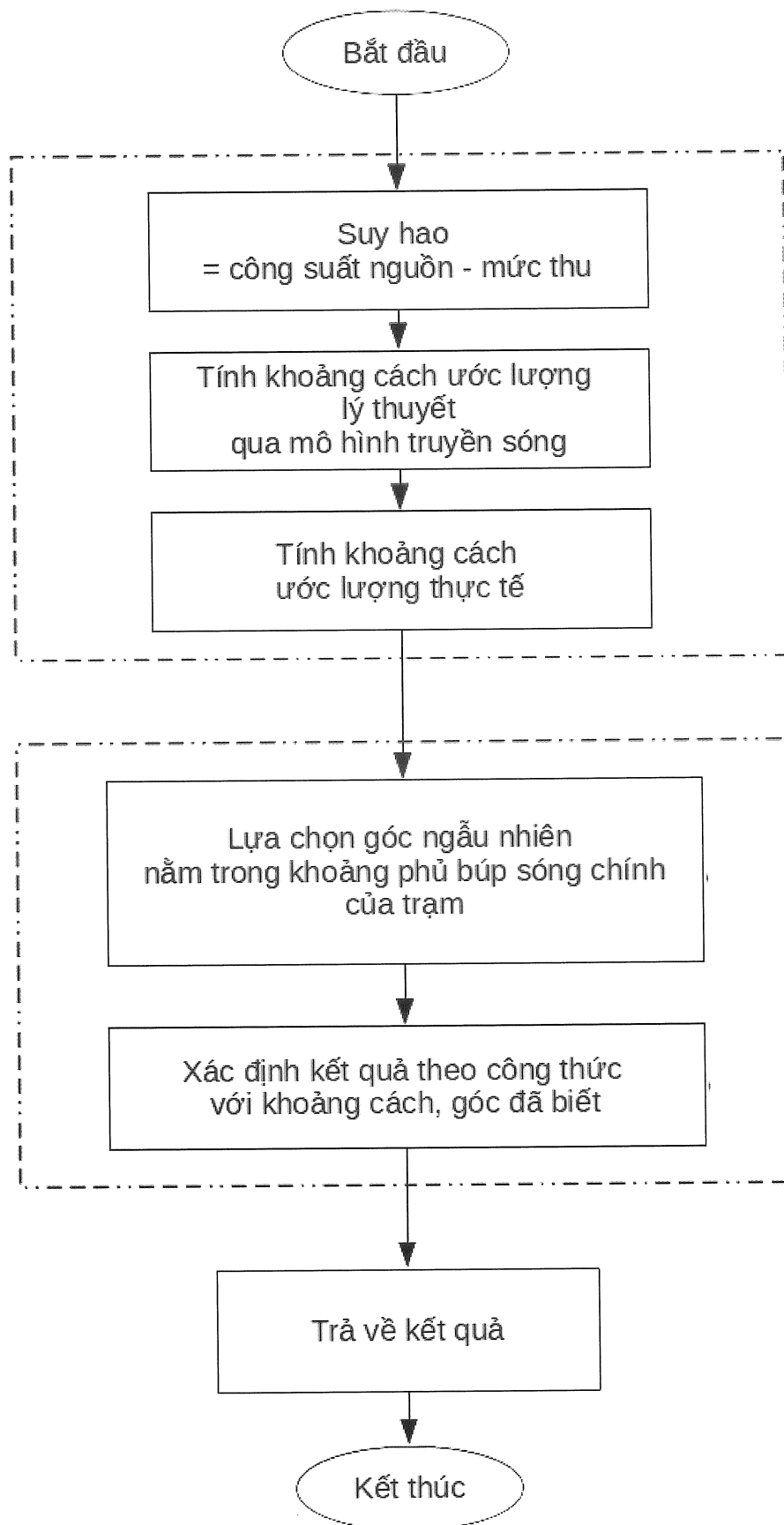
các phương pháp ngoại suy có thể được sử dụng như tuyến tính, đa thức phi tuyến, đường cong.



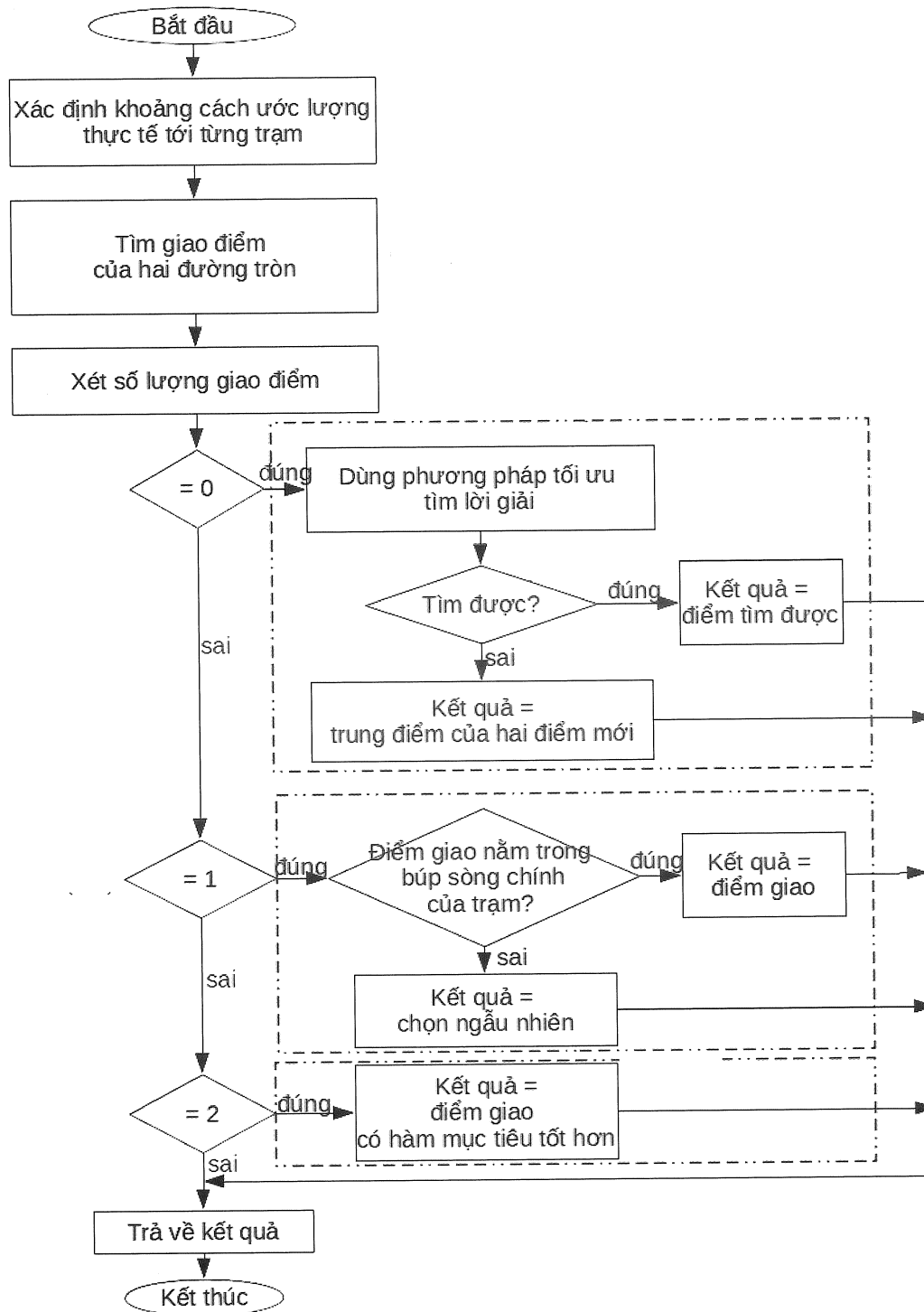
Hình 1



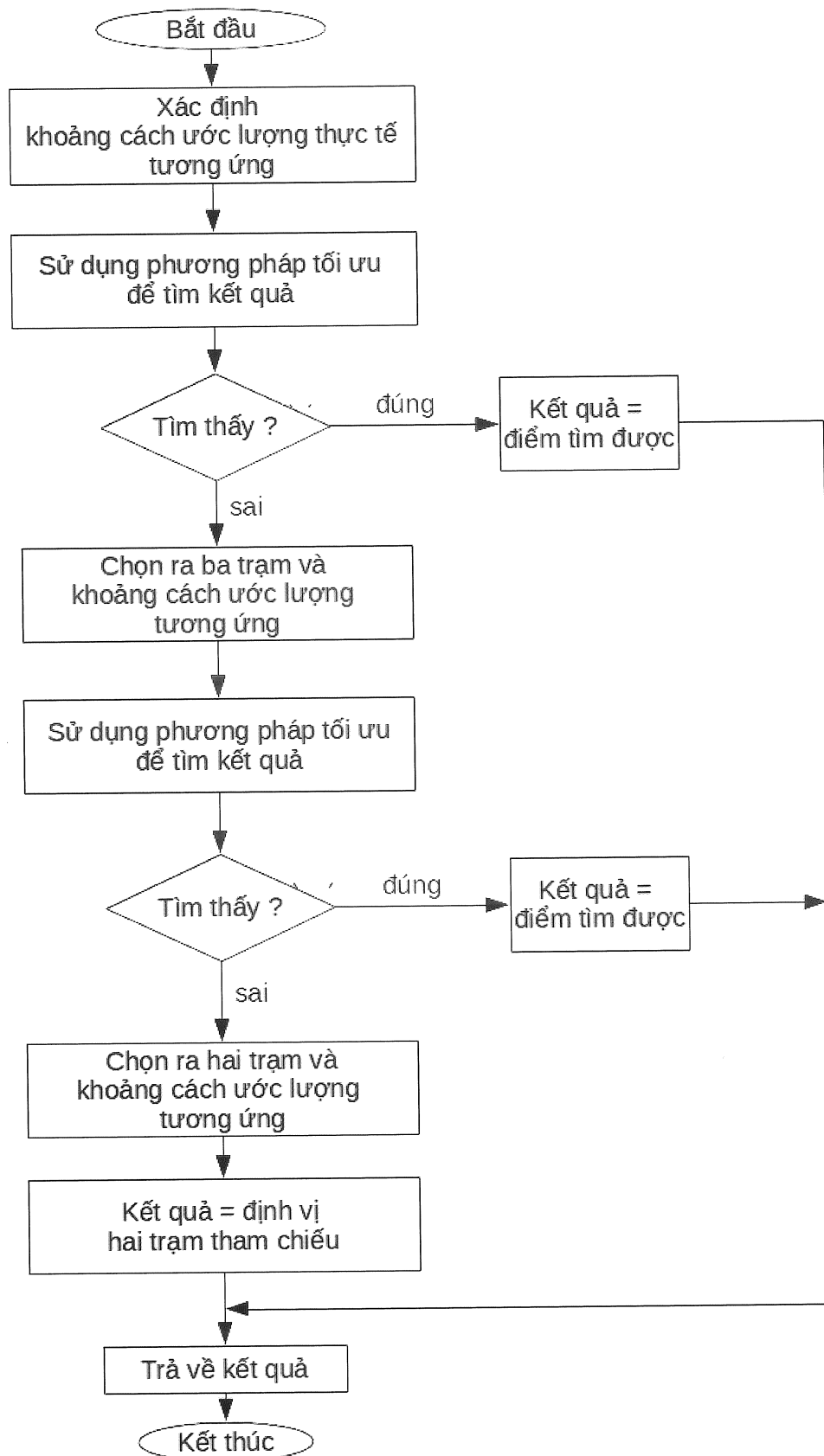
Hình 2



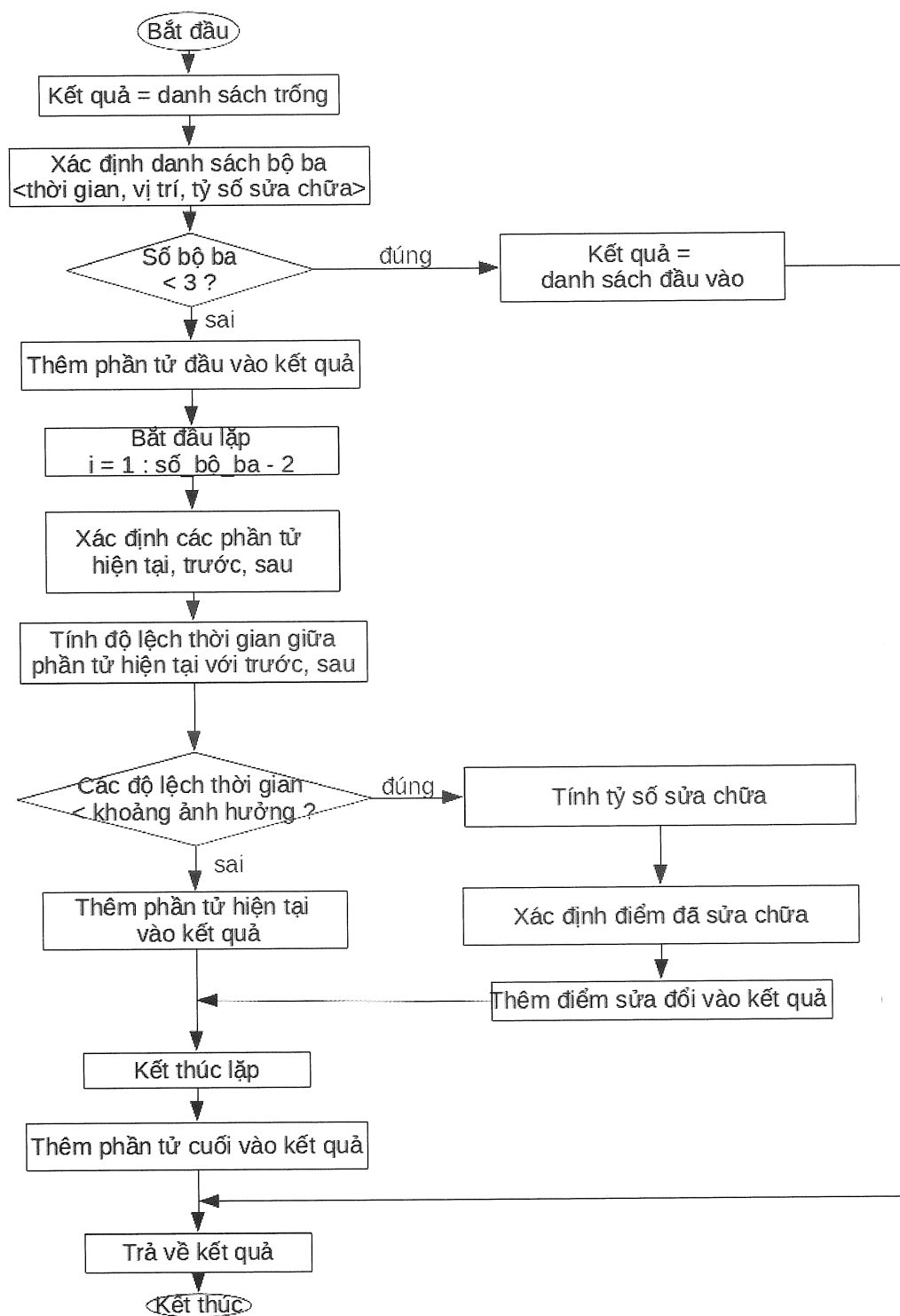
Hình 2.1



Hình 2.2



Hình 2.3



Hình 3