



(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)



1-0053767

(51)^{2022.01} H04W 4/00

(13) B

(21) 1-2023-06879

(22) 03/10/2023

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/01/2024 430A

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỆN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội.

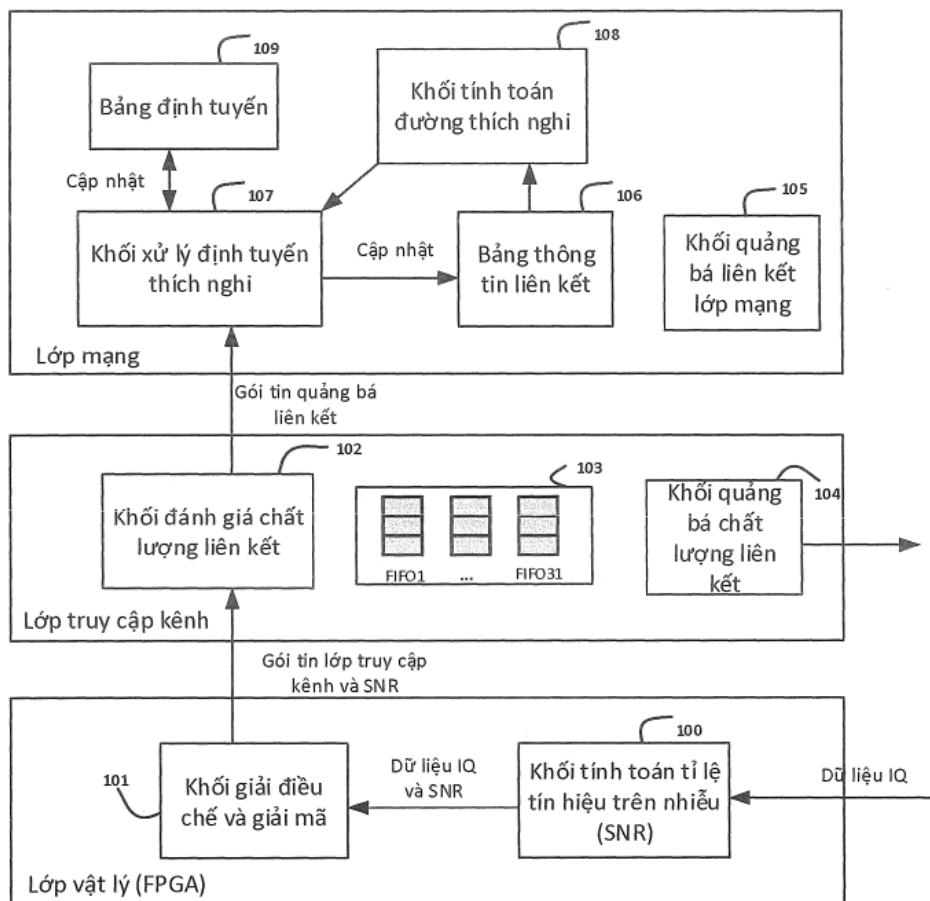
(72) ĐỖ TRƯỜNG XUÂN (VN); NGUYỄN THÁI BÌNH (VN); ĐẶNG HỮU TÙNG (VN); LÊ ĐĂNG HIẾU (VN); NGUYỄN MẠNH LINH (VN); NGUYỄN HỒNG HUY THÔNG (VN); DƯƠNG MINH TÙNG (VN); NGÔ THANH BÌNH (VN); NGUYỄN THỊ HOÀI LINH (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG ĐỊNH TUYẾN THÍCH NGHI TRONG MẠNG ADHOC DI ĐỘNG BẢNG RỘNG

(21) 1-2023-06879

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống định tuyến thích nghi trong mạng adhoc di động băng rộng, giúp ước lượng và đánh giá chất lượng các liên kết giữa các nút mạng hàng xóm dựa trên việc trao đổi bản tin điều khiển trong giao thức truy cập kênh phân chia theo thời gian. Sáng chế cũng cải tiến giao thức định tuyến chủ động OLSR để có thể quảng bá và lan truyền các thông tin chất lượng liên kết và đề xuất phương pháp tính toán đường đi thích nghi theo chất lượng liên kết để xác định đường đi tối ưu cho việc truyền dữ liệu từ nút nguồn tới nút đích.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống định tuyến thích nghi trong mạng adhoc di động băng rộng. Cụ thể, hệ thống được đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong lĩnh vực thông tin liên lạc quân sự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống mạng adhoc di động không dây băng rộng (Wideband Mobile Adhoc Network – MANET băng rộng) được tạo thành từ những nốt mạng có khả năng di chuyển, kết nối không dây tới các nốt mạng trong cự ly liên lạc của nó để có thể truyền nhận dữ liệu tốc độ cao. Các nốt mạng sẽ thực hiện giao thức truy cập kênh để có thể truyền dữ liệu không dây quảng bá sang các nốt mạng hàng xóm nằm trong phạm vi liên lạc. Để có thể truyền thông tin tới những nốt mạng ngoài vùng cự ly quảng bá, các nốt mạng cần phải thực hiện giao thức định tuyến để có thể tạo thành các bảng định tuyến cho phép chuyển tiếp dữ liệu qua các nốt trung gian tới các nốt mạng khác không nằm trong phạm vi quảng bá của nốt nguồn.

Định tuyến trong mạng adhoc di động có hai giải pháp chính là: định tuyến theo yêu cầu, ví dụ, giao thức véc tơ khoảng cách theo yêu cầu (Adhoc On demand Distance Vector-AODV) và định tuyến chủ động, ví dụ, giao thức định tuyến trạng thái liên kết tối ưu (Optimized Link State Routing-OLSR). Trong phương pháp định tuyến theo yêu cầu, các nốt mạng khi có yêu cầu truyền dữ liệu mới bắt đầu thực hiện việc tìm đường bằng cách quảng bá bản tin yêu cầu tìm đường ra toàn mạng để tìm đường. Phương pháp này có nhược điểm là độ trễ gửi dữ liệu lớn. Trong phương pháp định tuyến chủ động, các gói tin điều khiển chứa thông tin liên kết giữa nốt mạng và hàng xóm được quảng bá và chuyển tiếp giữa các nốt mạng một cách định kì, sau khi nhận được những bản tin điều khiển này, các nốt mạng trung gian sẽ cập nhật thông tin các liên kết mạng giữa các nốt và tính toán bảng định tuyến định kì khi nhận được những bản tin điều khiển này. Điều này sẽ làm thông tin bảng định tuyến sẽ luôn có sẵn sàng khi một nốt mạng muốn truyền dữ liệu. Tuy nhiên hiện tại việc xác định tuyến đường chuyển tiếp dữ liệu trong giao thức dựa trên đường đi ngắn nhất, tức là tuyến đường được chọn sẽ là đường qua số nốt mạng ít nhất. Trong mạng không dây, do ảnh hưởng bởi nhiễu và cự ly liên lạc thay đổi, chất lượng liên kết có thể khác nhau dẫn đến việc tuyến đường đi ngắn nhất không đảm bảo đó là đường đi tối ưu nhất.

Để giải quyết những vấn đề này, sáng chế đề cập tới một giao thức định tuyến thích nghi theo chất lượng kênh truyền sử dụng trong mạng adhoc băng rộng. Sáng

chế bao gồm hệ thống và phương pháp ước lượng và đánh giá chất lượng kênh truyền giữa các nút mạng hàng xóm sử dụng bản tin điều khiển trong giao thức truy cập kênh phân chia theo thời gian (Time-division multiple access-TDMA). Sáng chế cũng đề xuất giao thức định tuyến OLSR cải tiến cho phép lan truyền thông tin chất lượng kênh truyền và thuật toán tính toán đường đi thích nghi theo chất lượng liên kết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống cho phép ước lượng và đánh giá chất lượng kênh truyền của các liên kết giữa các nút mạng trong mạng adhoc di động. Sáng chế đề xuất việc ước lượng và đánh giá chất lượng các liên kết giữa các nút mạng hàng xóm dựa trên việc trao đổi bản tin điều khiển trong giao thức truy cập kênh phân chia theo thời gian. Sáng chế cũng cải tiến giao thức định tuyến chủ động OLSR để có thể quảng bá và lan truyền các thông tin chất lượng liên kết và đề xuất phương pháp tính toán đường đi thích nghi theo chất lượng liên kết để xác định đường đi tối ưu cho việc truyền dữ liệu từ nút nguồn tới nút đích. Giao thức định tuyến được thiết kế cho mạng adhoc di động ba hai nút mạng.

Để đạt được mục đích trên, hệ thống được đề cập trong sáng chế bao gồm:

Khối giải điều chế và giải mã 101: khối này sẽ thực hiện việc giải điều chế và giải mã thành bit thông tin và gửi lên lớp truy cập kênh.

Khối đánh giá chất lượng liên kết 102: khối này sẽ thực hiện việc lọc, tính toán, và đánh giá chất lượng liên kết giữa nút mạng và các nút mạng xung quanh thông qua các bản tin điều khiển nhận được từ các nút hàng xóm.

Khối bộ đệm FIFO (Vào trước ra trước) 103: khối này bao gồm các FIFO lưu trữ các giá trị SNR thu thập được từ các nút mạng hàng xóm trong hai tư chu kì.

Khối quảng bá chất lượng liên kết 104: khối này sẽ thực hiện việc tạo ra và gửi các bản tin lớp truy cập kênh chứa chất lượng liên kết đo được cho các nút mạng hàng xóm.

Khối quảng bá liên kết lớp mạng 105: khối này định kì tạo ra các bản tin chứa các liên kết và chất lượng tín hiệu để quảng bá đi toàn mạng.

Khối bảng thông tin liên kết 106: khối này chứa thông tin các liên kết và chất lượng liên kết trong toàn mạng.

Khối xử lý định tuyến thích nghi 107: khối này sẽ thực hiện việc cập nhật các thông tin các liên kết trong mạng cùng chất lượng kết nối của từng liên kết. Khối này sẽ gọi đến khối tính toán đường thích nghi 108 để tính toán đường đi có chất lượng tốt nhất và cập lại bảng định tuyến.

Khối tính toán đường thích nghi 108: khối này sẽ sử dụng thông tin các liên kết trong mạng để tính toán ra đường đi tốt nhất tại thời điểm hiện tại.

Khối lưu bảng định tuyến 109: khối này lưu thông tin của nốt mạng tiếp theo khi muốn định tuyến tới nốt mạng đích.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: là hình vẽ mô tả sơ đồ khối xử lý trên một nốt mạng;

Hình 2: là hình vẽ mô tả bảng ánh xạ giá trị chất lượng liên kết;

Hình 3: là hình vẽ mô tả cấu trúc bản tin điều khiển lớp truy cập kênh;

Hình 4: là hình vẽ mô tả cấu trúc bản tin quảng bá liên kết lớp mạng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hình 1 miêu tả các thành phần của hệ thống định tuyến thích nghi trong mạng adhoc băng rộng. Các thành phần của hệ thống được thực hiện trên một nốt mạng bao gồm:

Khối tính toán tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (Signal-to-noise-SNR) 100: khối này sẽ thực hiện việc tính toán và ước lượng kênh truyền dựa trên các mẫu tín hiệu IQ thu được từ các bản tin điều khiển lớp truy cập kênh.

Khối giải điều chế và giải mã 101: khối này sẽ thực hiện việc giải điều chế và giải mã thành bit thông tin và gửi lên lớp truy cập kênh.

Khối đánh giá chất lượng liên kết 102: khối này sẽ thực hiện việc lọc, tính toán, và đánh giá chất lượng liên kết giữa nốt mạng và các nốt mạng xung quanh thông qua các bản tin điều khiển nhận được từ các nốt hàng xóm.

Khối bộ đệm FIFO (Vào trước ra trước) 103: khối này bao gồm các FIFO lưu trữ các giá trị SNR thu thập được từ các nốt mạng hàng xóm trong hai tư chu kì.

Khối quảng bá chất lượng liên kết 104: khối này sẽ thực hiện việc tạo ra và gửi các bản tin lớp truy cập kênh chứa chất lượng liên kết đo được cho các nốt mạng hàng xóm.

Khối quảng bá liên kết lớp mạng 105: khối này định kì tạo ra các bản tin chứa các liên kết và chất lượng tín hiệu để quảng bá đi toàn mạng.

Khối bảng thông tin liên kết 106: khối này chứa thông tin các liên kết và chất lượng liên kết trong toàn mạng.

Khối xử lý định tuyến thích nghi 107: khối này sẽ thực hiện việc cập nhật các thông tin các liên kết trong mạng cùng chất lượng kết nối của từng liên kết. Khối này

sẽ gọi đến khối tính toán đường thích nghi 108 để tính toán đường đi có chất lượng tốt nhất và cập lại bảng định tuyến.

Khối tính toán đường thích nghi 108: khối này sẽ sử dụng thông tin các liên kết trong mạng để tính toán ra đường đi tốt nhất tại thời điểm hiện tại.

Khối lưu bảng định tuyến 109: khối này lưu thông tin của nốt mạng tiếp theo khi muốn định tuyến tới nốt mạng đích.

Trong đó:

Khối tính toán tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu 100: khối này thực hiện việc ước lượng giá trị SNR từ những mẫu tín hiệu IQ. Sau khi tính toán được giá trị SNR từ các mẫu dữ liệu IQ. Dữ liệu IQ này được đưa qua khối giải điều chế và giải mã 101 để thực hiện giải điều chế và giải mã, sau đó được gửi lên lớp truy cập kênh cùng với giá trị SNR đo được. Khối tính toán tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu 100 này có thể được thực hiện trên FPGA (mảng cổng có thể lập trình được). Phương pháp tính toán SNR được thực hiện thông qua các bước sau:

Bước 1: tính toán SNR cho từng sóng mang con sử dụng các mẫu tín hiệu biết trước.

○ Giả sử một mẫu tín hiệu OFDM bao gồm N mẫu QPSK $C(k, n)$ với k là chỉ số của OFDM và n là chỉ số của sóng mang con. $H(n)$ là hệ số ước lượng kênh được ước lượng sử dụng thuật toán ước lượng kênh không được trình bày trong sáng chế này. $W(k, n)$ là nhiễu trắng phức Gaussian. $R(k, n)$ là mẫu dữ liệu nhận được phía bên thu. Giá trị SNR được ước lượng bằng cách sử dụng công thức được tạo ra trong sáng chế này như sau:

$$SNR_n = \left(\frac{1}{N} * \sum_i^N |H(k, n)|^2 \right) / \left(\frac{1}{2} * \sum_k^2 |R(k, n) - H(n) * C(k, n)|^2 \right)$$

○ Sau đó SNR được tính trung bình cho toàn bộ các sóng mang con:

$$SNR = \sum_n^N SNR_n / N$$

Bước 2: các giá trị SNR tính toán ở bước 1 được lọc qua bộ lọc Karman. Bước này có lọc nhiễu cho dữ liệu SNR thu được. $SNR(m, m-1)$, $P(m, m-1)$ là giá trị SNR ước lượng và hiệp phương sai ước tính tại thời điểm $m-1$ cho thời điểm tiếp

theo m . $R(m)$ là phương sai của phép đo SNR. $Q(m)$ là phương sai nhiễu xử lý. $Z(m)$ là kết quả đo SNR tại thời điểm m .

- Phương trình cập nhật SNR:

$$SNR(m, m) = SNR(m, m - 1) + K(m) (Z(m) - SNR(m, m - 1))$$

- Phương trình cập nhật giá trị hiệp phương sai:

$$P(m, m) = (1 - K(m)) P(m, m - 1)$$

- Phương trình tính toán hệ số Karman:

$$K(m) = \frac{P(m, m - 1)}{(P(m, m - 1) + R(m))}$$

- Phương trình ngoại suy SNR:

$$SNR(m + 1, m) = SNR(m, m)$$

- Phương trình ngoại suy hiệp phương sai ước tính:

$$P(m + 1, m) = P(m, m) + Q(m)$$

Khối giải điều chế và giải mã 101: khối này sẽ thực hiện việc giải điều chế và giải mã thành bit thông tin và gửi lên lớp truy cập kênh. Khối này có sẵn nên ta không đề cập ở đây.

Khối đánh giá chất lượng liên kết 102: khối này sẽ thực hiện việc thu thập, lọc, tính toán giá trị chất lượng liên kết dựa vào các giá trị SNR thu thập được từ các nút mạng hàng xóm. Đồng thời khối này cũng giải mã bản tin điều khiển lấy thông tin về chất lượng liên kết đo được phía bên hàng xóm.

Khối này sẽ tùy thuộc vào số lượng các nút hàng xóm mà tạo ra số lượng FIFO phù hợp. Mỗi FIFO lưu trữ các giá trị SNR tính toán được của từng bản tin điều khiển thu được từ các nút mạng hàng xóm. Sau mỗi hai chu kỳ TDMA, khối này sẽ tính toán giá trị chất lượng liên kết dựa theo việc tính SNR trung bình và ánh xạ giá trị này vào những mức chất lượng tín hiệu khác nhau. Phương pháp đánh giá chất lượng liên kết bao gồm những bước sau:

Bước 1: lọc bỏ những giá trị dữ liệu SNR có khả năng đo sai.

- Tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của dữ liệu trong từng FIFO:

$$\mu_{SNR} = \sum_i^N SNR_i / N$$

$$\sigma_{SNR} = \sqrt{\frac{\sum_i^N (SNR_i - \mu_{SNR})^2}{N}}$$

- Các giá trị SNR trong các FIFO dữ liệu nếu nằm ngoài khoảng $[\mu_{SNR} - 2 * \sigma_{SNR}, \mu_{SNR} + 2 * \sigma_{SNR}]$ sẽ bị loại bỏ

Bước 2: tính toán giá trị trung bình của các SNR trong các FIFO sau khi lọc bỏ dữ liệu sai.

Bước 3: thực hiện chuyển đổi giá trị SNR thành dạng đề xi ben và ánh xạ giá trị SNR thành một trong bốn giá trị từ một đến bốn tương ứng với bốn mức chất lượng liên kết. Các mức SNR này sẽ được xác định dựa vào thực nghiệm để đảm bảo phù hợp với từng hệ thống. Hình 2 mô tả bảng ánh xạ giữa các mức giá trị SNR tương ứng với các mức chất lượng liên kết.

- Với mức $SNR \leq SNR_LV1$ (db), mức chất lượng liên kết được gán giá trị 1;
- Với mức $SNR_LV1 < SNR \leq SNR_LV2$ (db), mức chất lượng liên kết được gán giá trị 2;
- Với mức $SNR_LV2 < SNR \leq SNR_LV3$ (db), mức chất lượng liên kết được gán giá trị 3;
- Với mức $SNR > SNR_LV3$ (db), mức chất lượng liên kết được gán giá trị 4.

Khi giải mã bản tin điều khiển từ hàng xóm, thì thông tin giá trị SNR đo được từ hàng xóm cũng sẽ được thu thập. Dựa trên thông tin SNR đo được và nhận được từ một nút hàng xóm. Khối đánh giá chất lượng liên kết sẽ quyết định chất lượng của liên kết sử dụng giá trị nhỏ hơn.

Khối bộ đệm FIFO 103: khối này đóng vai trò bộ đệm dữ liệu SNR.

Khối quảng bá chất lượng liên kết 104: khối này đóng vai trò định kì mỗi tám chu kì TDMA sẽ quảng bá thông tin chất lượng liên kết thông qua các bản tin điều khiển lớp truy cập kênh. Thông tin chất lượng liên kết với các nút mạng hàng xóm sẽ được đánh giá sử dụng khối đánh giá chất lượng liên kết 102. Hình 3 miêu tả cấu trúc khung của bản tin điều khiển lớp truy cập kênh mang thông tin chất lượng liên kết. Giá trị chất lượng liên kết được mã hóa sử dụng bốn bits và được lấy từ khối đánh giá chất lượng liên kết.

Cấu trúc khung của bản tin điều khiển bao gồm những trường sau:

- Trường loại 301: chứa loại bản tin điều khiển
- Trường địa chỉ phát 302: trường này chứa ID của nút mạng phát
- Trường địa chỉ nhận 303: trường này chứa ID của nút mạng nhận

- Trường LK0 304: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 0”
- Trường LK1 305: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 1”
- Trường LK31 306: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 31”
- Mã CRC 307: trường này chứa mã kiểm tra CRC

Khối quảng bá liên kết lớp mạng 105: khối này sẽ đóng vai trò tạo ra các bản tin lớp mạng để quảng bá thông tin các liên kết giữa nó và các hàng xóm ra toàn mạng. Hình 4 miêu tả cấu trúc khung của bản tin quảng bá liên kết lớp mạng. Cấu trúc khung của bản tin quảng bá liên kết lớp mạng có những trường sau:

- Trường loại 401: chứa loại bản tin lớp mạng
- Trường địa chỉ nguồn 402: trường này chứa ID của nốt nguồn
- Trường địa chỉ nhận 403: trường này chứa ID của nốt đích
- Trường số thứ tự 404: trường này chứa số thứ tự của bản tin quảng bá liên kết
- Trường LK0 405: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 0”
- Trường LK1 406: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 1”
- Trường LK31 407: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 31”
- Mã CRC 408: trường này chứa mã kiểm tra CRC.

Khối quảng bá liên kết lớp mạng 105 sẽ định kì gửi các bản tin quảng bá liên kết mạng với địa chỉ nguồn là ID của nốt mạng, địa chỉ đích là địa chỉ quảng bá. Mỗi một lần gửi là số thứ tự sẽ tự động tăng lên một đơn vị. Giá trị chất lượng liên kết sẽ được lấy từ khối đánh giá chất lượng liên kết 102 với những nốt mạng hàng xóm. Các nốt mạng không phải là hàng xóm sẽ có giá trị liên kết bằng 0.

Khối bảng thông tin liên kết 106: khối này sẽ chứa thông tin liên kết trong toàn mạng. Được cập nhật bởi khối xử lý định tuyến thích nghi 107 và là đầu vào của khối tính toán đường thích nghi 108. Bảng thông tin liên kết chứa các bản ghi với các trường thông tin sau:

- Trường địa chỉ nguồn: trường này chứa ID của nốt nguồn phát bản tin quảng bá liên kết;
- Trường địa chỉ hàng xóm: trường này chứa ID của nốt hàng xóm tương ứng với nốt nguồn;
- Trường số thứ tự: số thứ tự của bản tin quảng bá liên kết được tạo ra từ khối

quảng bá liên kết lớp mạng;

- Trường chất lượng liên kết: giá trị chất lượng liên kết từ 1 đến 4.

Khối xử lý định tuyến thích nghi 107: khối này đóng vai trò xử lý các bản tin quảng bá liên kết lớp mạng nhận được. Mỗi khi nhận được một bản tin quảng bá liên kết từ lớp truy cập kênh, khối này sẽ tiến hành cập nhật vào trong khối bảng thông tin liên kết 106. Quá trình cập nhật được thực hiện theo những bước sau:

- Bước 1: xóa tất cả các bản ghi trong khối thông tin liên kết có trường địa chỉ nguồn giống với địa chỉ nguồn của bản tin quảng bá liên kết và có số thứ tự nhỏ hơn;
- Bước 2: thêm vào bảng thông tin liên kết những bản ghi có những trường sau:
 - o Trường địa chỉ nguồn: là địa chỉ nguồn của bản tin quảng bá;
 - o Trường địa chỉ hàng xóm: là ID của nút mạng có chất lượng liên kết khác 0;
 - o Trường số thứ tự: là số thứ tự của bản tin quảng bá liên kết;
 - o Trường chất lượng liên kết: là giá trị chất lượng liên kết tương ứng với số ID của nút mạng trong bản tin quảng bá liên kết;

Mỗi khi bản thông tin liên kết được cập nhật, thì khối xử lý định tuyến thích nghi 107 sẽ gọi đến khối tính toán đường thích nghi 108 để thực hiện việc tính toán ra đường đi cho gói tin tới nút đích đảm bảo đường đi có chất lượng liên kết tốt nhất.

Khối tính toán đường thích nghi 108: khối này đóng vai trò tìm đường đi với chất lượng liên kết tốt nhất dựa trên thông tin các liên kết trong mạng được lưu trong khối bảng thông tin liên kết 106. Thuật toán tìm đường thích nghi bao gồm những bước sau:

- Bước 1: thiết lập ma trận chi phí với giá trị là nghịch đảo của chất lượng liên kết:

$$Cost[i][j] = \frac{1}{\text{Giá trị chất lượng liên kết giữa nút } i \text{ và } j}$$

Các nút mạng i, j mà không có liên kết thì $Cost[i][j] = INFINITY$

- Bước 2: để tìm đường đi từ nút nguồn $nodeID$ tới các nút khác với chất lượng liên kết tốt nhất. Các đường đi cần đảm bảo là có tổng $Cost[i][j]$ là nhỏ nhất. Khởi tạo các mảng sau: $TotalCost[i]$ lưu tổng chi phí đi tới nút mạng i từ nút mạng nguồn $nodeID$, $prev[i]$ lưu trữ ID của nút mạng để đi tới i , $checked[i]$

có giá trị bằng 1 nếu nốt mạng i đã kiểm tra. Khởi tạo giá trị ban đầu như sau:

$$TotalCost[i] = Cost[nodeID][i]$$

$$prev[i] = nodeID$$

$$checked[i] = 0$$

- Bước 3: duyệt qua các nốt mạng lựa chọn nốt mạng có $checked[i] = 0$ và có giá trị $TotalCost[i]$ nhỏ nhất. Lưu giá trị i và $TotalCost[i]$ vào hai biến $NextNode$, $MinCost$. Thiết lập giá trị $checked[NextNode] = 1$.
- Bước 4: duyệt qua các nốt mạng có $checked[i] = 0$. Nếu nốt mạng i nào có thỏa mãn điều kiện sau:

$$MinCost + Cost[NextNode][i] < TotalCost[i]$$

Thì sẽ cập nhật lại thông tin các mảng sau:

$$TotalCost[i] = MinCost + Cost[NextNode][i]$$

$$prev[i] = NextNode$$

- Bước 5: lặp lại ba một lần các bước 3 và 4 ta sẽ thu được kết quả các đường đi tới các nốt i từ nốt nguồn $nodeID$ đảm bảo đường đi có chất lượng liên kết tốt nhất.

Khối bảng định tuyến 109: khối này lưu trữ thông tin để định tuyến gói tin từ nốt nguồn tới nốt định. Các trường thông tin bao gồm:

- Trường địa chỉ đích: lưu giá trị ID của nốt đích muốn gửi gói tin;
- Trường địa chỉ tiếp theo: lưu giá trị ID của nốt tiếp theo sau nốt nguồn để có thể tới được nốt đích;
- Trường chi phí tổng: lưu tổng chi phí để đi tới nốt đích từ nguồn.

Bảng định tuyến này được cập nhật bởi khối toán tính đường thích nghi 108. Trường địa chỉ tiếp theo sau nốt nguồn để đến được nốt đích sẽ được tìm kiếm bằng cách hồi quy sử dụng thông tin $prev[i]$ của nốt. Từ nốt đích sẽ thực hiện hồi quy cho đến khi nốt $prev[i]$ là ID của nốt nguồn thì dừng lại. Nốt địa chỉ tiếp theo sẽ là nốt mà có $prev[i]$ là ID của nốt nguồn trong khi hồi quy.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống định tuyến thích nghi trong mạng adhoc di động băng rộng bao gồm các khối chức năng:

khối tính toán tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR): khối này thực hiện việc ước lượng giá trị SNR từ những mẫu tín hiệu IQ; sau khi tính toán được giá trị SNR từ các mẫu dữ liệu IQ; dữ liệu IQ này được đưa qua khối giải điều chế và giải mã để thực hiện giải điều chế và giải mã, sau đó được gửi lên lớp truy cập kênh cùng với giá trị SNR đo được; khối tính toán SNR này có thể được thực hiện trên FPGA (field programmable gate array);

khối đánh giá chất lượng liên kết: khối này sẽ thực hiện việc thu thập, lọc, tính toán giá trị chất lượng liên kết dựa vào các giá trị SNR thu thập được từ các nút mạng hàng xóm; đồng thời khối này cũng giải mã bản tin điều khiển lấy thông tin về chất lượng liên kết đo được phía bên hàng xóm; khối này sẽ tùy thuộc vào số lượng các nút mạng hàng xóm mà tạo ra số lượng FIFO (first in first out) phù hợp; mỗi FIFO lưu trữ các giá trị SNR tính toán được của từng bản tin điều khiển thu được từ các nút mạng hàng xóm; sau mỗi hai tư chu kì TDMA, khối này sẽ tính toán giá trị chất lượng liên kết dựa theo việc tính SNR trung bình và ánh xạ giá trị này vào những mức chất lượng tín hiệu khác nhau; khi giải mã bản tin điều khiển từ hàng xóm, thì thông tin giá trị SNR đo được từ hàng xóm cũng sẽ được thu thập; dựa trên thông tin SNR đo được và nhận được từ một nút hàng xóm; khối đánh giá chất lượng liên kết sẽ quyết định chất lượng của liên kết sử dụng giá trị nhỏ hơn;

khối quảng bá chất lượng liên kết: khối này đóng vai trò định kì mỗi tám chu kì TDMA sẽ quảng bá thông tin chất lượng liên kết thông qua các bản tin điều khiển lớp truy cập kênh; thông tin chất lượng liên kết với các nút mạng hàng xóm sẽ được đánh giá sử dụng khối đánh giá chất lượng liên kết; cấu trúc khung của bản tin điều khiển lớp truy cập kênh mang thông tin chất lượng liên kết; giá trị chất lượng liên kết được mã hóa sử dụng bốn bits và được lấy từ khối đánh giá chất lượng liên kết; cấu trúc khung của bản tin điều khiển bao gồm những trường sau:

trường loại: chứa loại bản tin điều khiển;

trường địa chỉ phát: trường này chứa ID của nút mạng phát;

trường địa chỉ nhận: trường này chứa ID của nút mạng nhận;

trường LK0: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nút

có “ID 0”;

trường LK1: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 1”;

trường LK31: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 31”;

trường mã CRC: trường này chứa mã kiểm tra CRC;

khối quảng bá liên kết lớp mạng: khối này sẽ đóng vai trò tạo ra các bản tin lớp mạng để quảng bá thông tin các liên kết giữa nó và các hàng xóm ra toàn mạng; khối này sẽ định kì gửi các bản tin quảng bá liên kết mạng với địa chỉ nguồn là ID của nốt mạng, địa chỉ đích là địa chỉ quảng bá; mỗi một lần gửi là số thứ tự sẽ tự động tăng lên một đơn vị; giá trị chất lượng liên kết sẽ được lấy từ khối đánh giá chất lượng liên kết với những nốt mạng hàng xóm; các nốt mạng không phải là hàng xóm sẽ có giá trị liên kết bằng “0”; cấu trúc khung của bản tin quảng bá liên kết lớp mạng có những trường sau:

trường loại: chứa loại bản tin lớp mạng;

trường địa chỉ nguồn: trường này chứa ID của nốt nguồn;

trường địa chỉ nhận: trường này chứa ID của nốt đích;

trường số thứ tự: trường này chứa số thứ tự của bản tin quảng bá liên kết;

trường LK0: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 0”;

trường LK1: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 1”;

trường LK31: trường này chứa giá trị chất lượng liên kết với nốt có “ID 31”;

trường mã CRC: trường này chứa mã kiểm tra CRC;

khối bảng thông tin liên kết: khối này sẽ chứa thông tin liên kết trong toàn mạng; bảng thông tin liên kết chứa các bản ghi với các trường thông tin sau:

trường địa chỉ nguồn: trường này chứa ID của nốt nguồn phát bản tin quảng bá liên kết;

trường địa chỉ hàng xóm: trường này chứa ID của nốt hàng xóm tương ứng với nốt nguồn;

trường số thứ tự: số thứ tự của bản tin quảng bá liên kết được tạo ra từ khối quảng bá liên kết lớp mạng;

trường chất lượng liên kết: giá trị chất lượng liên kết từ 1 đến 4;

khối xử lý định tuyến thích nghi: khối này đóng vai trò xử lý các bản tin quảng bá liên kết lớp mạng nhận được; mỗi khi nhận được một bản tin quảng bá liên kết từ lớp truy cập kênh, khối này sẽ tiến hành cập nhật vào trong bảng thông tin liên kết;

khối tính toán đường thích nghi: khối này đóng vai trò tìm đường đi với chất lượng liên kết tốt nhất dựa trên thông tin lưu trong bảng thông tin liên kết;

2. Hệ thống định tuyến thích nghi trong mạng adhoc di động băng rộng theo điểm 1, trong đó:

tại khối tính toán tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu: phương pháp tính toán SNR được thực hiện thông qua các bước sau:

bước 1:

tính toán SNR cho từng sóng mang con sử dụng các mẫu tín hiệu biết trước; giả sử một mẫu OFDM bao gồm N mẫu QPSK $C(k, n)$ với k là chỉ số của OFDM và n là chỉ số của sóng mang con; $H(n)$ là hệ số ước lượng kênh được ước lượng sử dụng thuật toán ước lượng kênh không được trình bày trong sáng chế này; $W(k, n)$ là nhiễu trắng phức gaussian; $R(k, n)$ là mẫu dữ liệu nhận được phía bên thu; giá trị SNR được ước lượng sử dụng công thức sau:

$$SNR_n = \left(\frac{1}{N} * \sum_i^N |H(k, n)|^2 \right) / \left(\frac{1}{2} * \sum_k^2 |R(k, n) - H(n) * C(k, n)|^2 \right)$$

sau đó SNR được tính trung bình cho toàn bộ các sóng mang con:

$$SNR = \sum_n^N SNR_n / N$$

bước 2:

các giá trị SNR tính toán ở bước 1 được lọc sử dụng bộ lọc karman; bước này có lọc nhiễu cho dữ liệu SNR thu được. $SNR(m, m-1)$, $P(m, m-1)$ là giá trị SNR ước lượng và hiệp phương sai ước tính tại thời điểm $m-1$ cho thời điểm tiếp theo m ; $R(m)$ là phương sai của phép đo SNR; $Q(m)$ là phương sai nhiễu xử lý; $Z(m)$ là kết quả đo SNR tại thời điểm m ;

phương trình cập nhật SNR:

$$SNR(m, m) = SNR(m, m - 1) + K(m) (Z(m) - SNR(m, m - 1))$$

phương trình cập nhật giá trị hiệp phương sai:

$$P(m, m) = (1 - K(m)) P(m, m - 1)$$

phương trình tính toán hệ số karman:

$$K(m) = \frac{P(m, m - 1)}{(P(m, m - 1) + R(m))}$$

phương trình ngoại suy SNR:

$$SNR(m + 1, m) = SNR(m, m)$$

phương trình ngoại suy hiệp phương sai ước tính:

$$P(m + 1, m) = P(m, m) + Q(m).$$

3. Hệ thống định tuyến thích nghi trong mạng adhoc di động bằng rộng theo điểm 1, trong đó:

tại khối đánh giá chất lượng liên kết: phương pháp đánh giá chất lượng liên kết bao gồm những bước sau:

bước 1:

lọc bỏ những giá trị dữ liệu SNR có khả năng đo sai; tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của dữ liệu trong từng FIFO:

$$\mu_{SNR} = \sum_i^N SNR_i / N$$

$$\sigma_{SNR} = \sqrt{\frac{\sum_i^N (SNR_i - \mu_{SNR})^2}{N}}$$

các giá trị SNR trong các FIFO dữ liệu nếu nằm ngoài khoảng $[\mu_{SNR} - 2 * \sigma_{SNR}, \mu_{SNR} + 2 * \sigma_{SNR}]$ sẽ bị loại bỏ;

bước 2:

tính toán lại giá trị trung bình của các SNR trong các FIFO sau khi lọc bỏ dữ liệu sai;

bước 3:

thực hiện chuyển đổi giá trị SNR thành dạng đề xi ben và ánh xạ giá trị SNR thành một trong bốn giá trị từ một đến bốn tương ứng với bốn mức chất lượng liên kết; các mức SNR này sẽ được xác định dựa vào thực nghiệm để đảm bảo phù hợp với từng hệ thống; bảng ánh xạ giữa các mức giá trị SNR

tương ứng với các mức chất lượng liên kết:

với mức $SNR \leq SNR_LV1$ (db), mức chất lượng liên kết được gán giá trị “1”;

với mức $SNR_LV1 < SNR \leq SNR_LV2$ (db), mức chất lượng liên kết được gán giá trị “2”;

với mức $SNR_LV2 < SNR \leq SNR_LV3$ (db), mức chất lượng liên kết được gán giá trị “3”;

với mức $SNR > SNR_LV3$ (db), mức chất lượng liên kết được gán giá trị “4”.

4. Hệ thống định tuyến thích nghi trong mạng adhoc di động bằng rộng theo điểm 1, trong đó:

tại khối tính toán đường thích nghi: thuật toán tìm đường thích nghi bao gồm những bước sau:

bước 1:

thiết lập ma trận chi phí với giá trị là nghịch đảo của chất lượng liên kết:

$$Cost[i][j] = \frac{1}{\text{Giá trị chất lượng liên kết giữa nốt } i \text{ và } j}$$

các nốt mạng i, j mà không có liên kết thì $Cost[i][j] = INFINITY$;

bước 2:

để tìm đường đi từ nốt nguồn $nodeID$ tới các nốt khác với chất lượng liên kết tốt nhất; các đường đi cần đảm bảo là có tổng $Cost[i][j]$ là nhỏ nhất; khởi tạo các mảng sau: $TotalCost[i]$ lưu tổng chi phí đi tới nốt mạng i từ nốt mạng nguồn $nodeID$, $prev[i]$ lưu trữ ID của nốt mạng để đi tới i , $checked[i]$ có giá trị bằng 1 nếu nốt mạng i đã kiểm tra; khởi tạo giá trị ban đầu như sau:

$$TotalCost[i] = Cost[nodeID][i]$$

$$prev[i] = nodeID$$

$$checked[i] = 0$$

bước 3:

duyet qua các nốt mạng lựa chọn nốt mạng có $checked[i] = 0$ và có giá trị $TotalCost[i]$ nhỏ nhất, lưu giá trị i và $TotalCost[i]$ vào hai biến $NextNode$, $MinCost$; thiết lập giá trị $checked[NextNode] = 1$.

bước 4:

duyet qua các nốt mạng có $checked[i] = 0$; nếu nốt mạng i nào có thỏa mãn điều kiện sau:

$$MinCost + Cost[NextNode][i] < TotalCost[i]$$

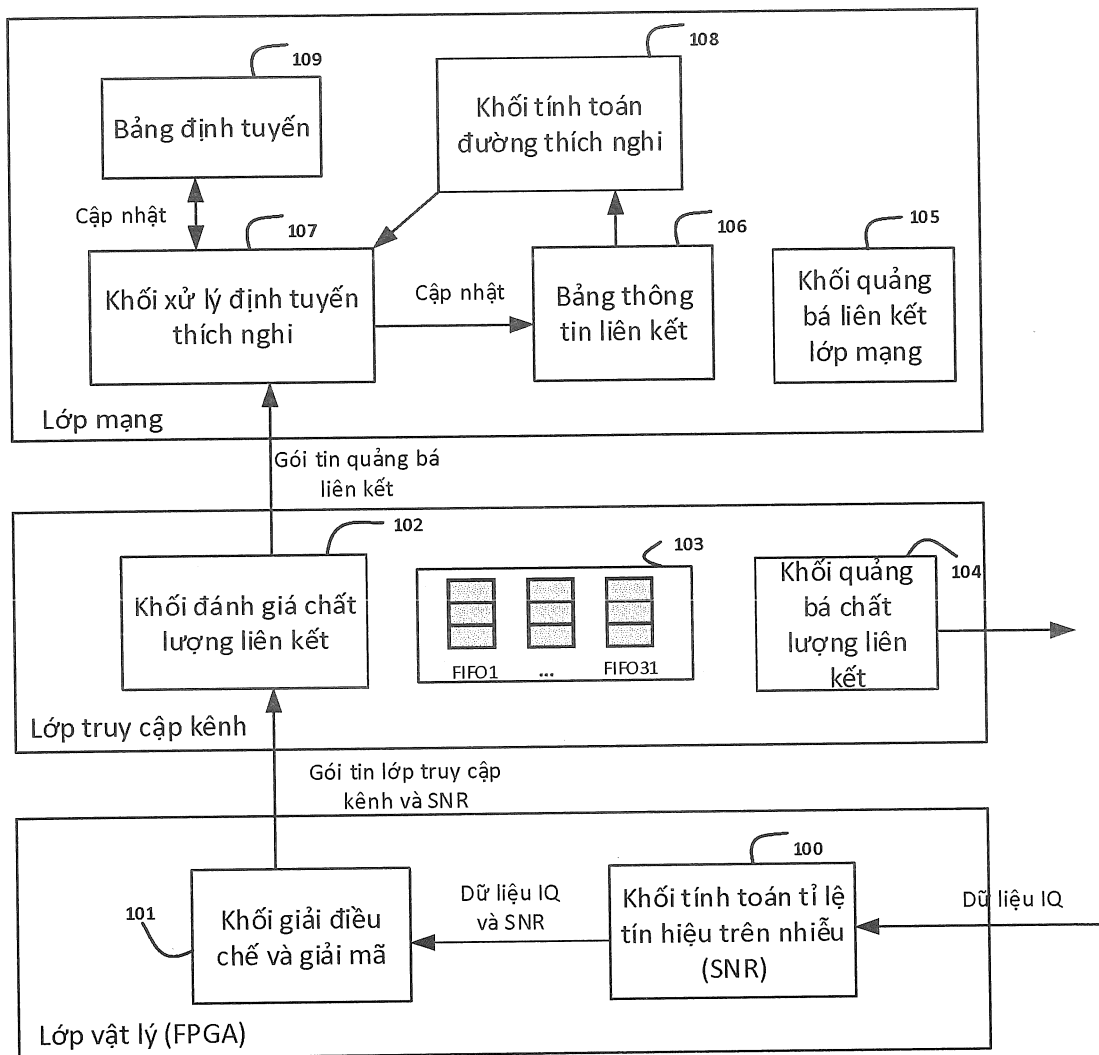
thì sẽ cập nhật lại thông tin các mảng sau:

$$TotalCost[i] = MinCost + Cost[NextNode][i]$$

$$prev[i] = NextNode$$

bước 5:

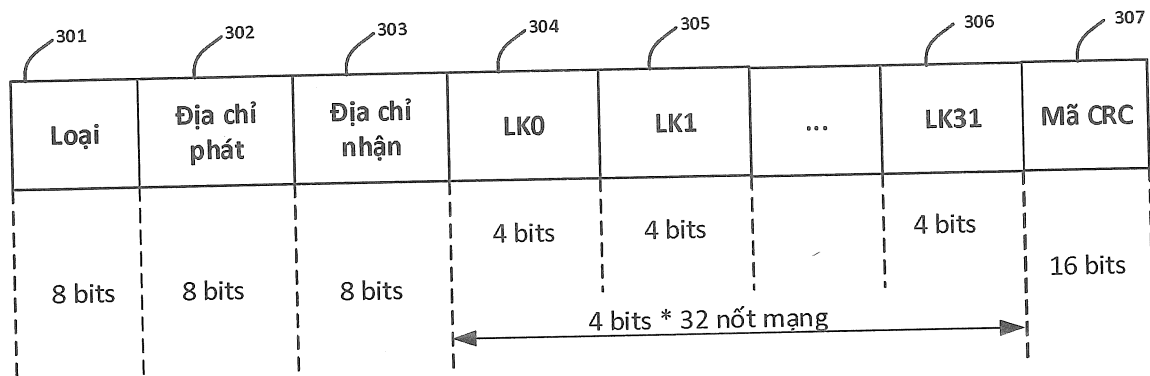
lặp lại ba một lần các bước 3 và 4 ta sẽ thu được kết quả các đường đi tới các nốt i từ nốt nguồn $nodeID$ đảm bảo đường đi có chất lượng liên kết tốt nhất.



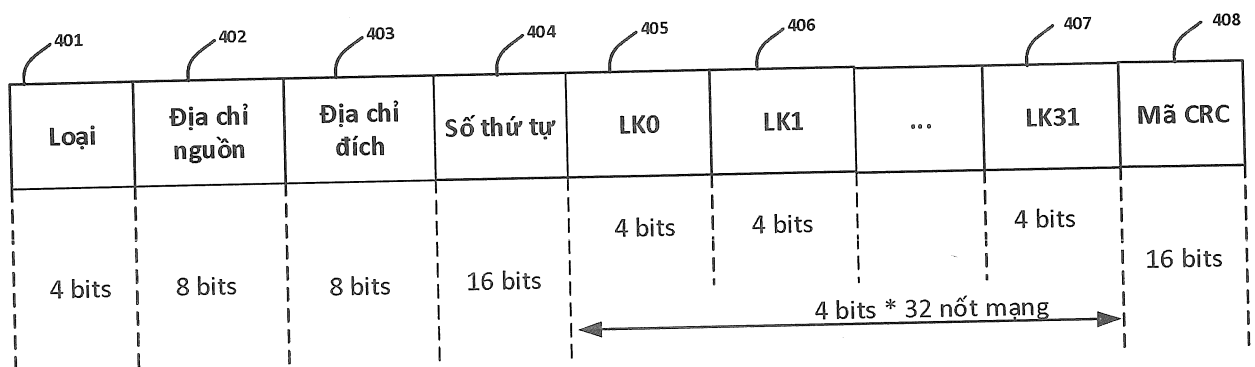
Hình 1

Mức SNR	Biểu diễn bit
Không có liên kết	0000
$SNR \leq SNR_LV1$	0001
$SNR_LV1 < SNR \leq SNR_LV2$	0010
$SNR_LV2 < SNR \leq SNR_LV3$	0011
$SNR > SNR_LV3$	0100

Hình 2



Hình 3



Hình 4