



(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)



1-0035492

(51)⁸ H04B 7/08

(13) B

(21) 1-2018-02905

(22) 29/12/2016

(86) PCT/CN2016/112967 29/12/2016

(87) WO 2017/118337 13/07/2017

(30) 201610009346.7 07/01/2016 CN

(45) 25/04/2023 421

(43) 25/09/2018 366A

(73) SONY CORPORATION (JP)

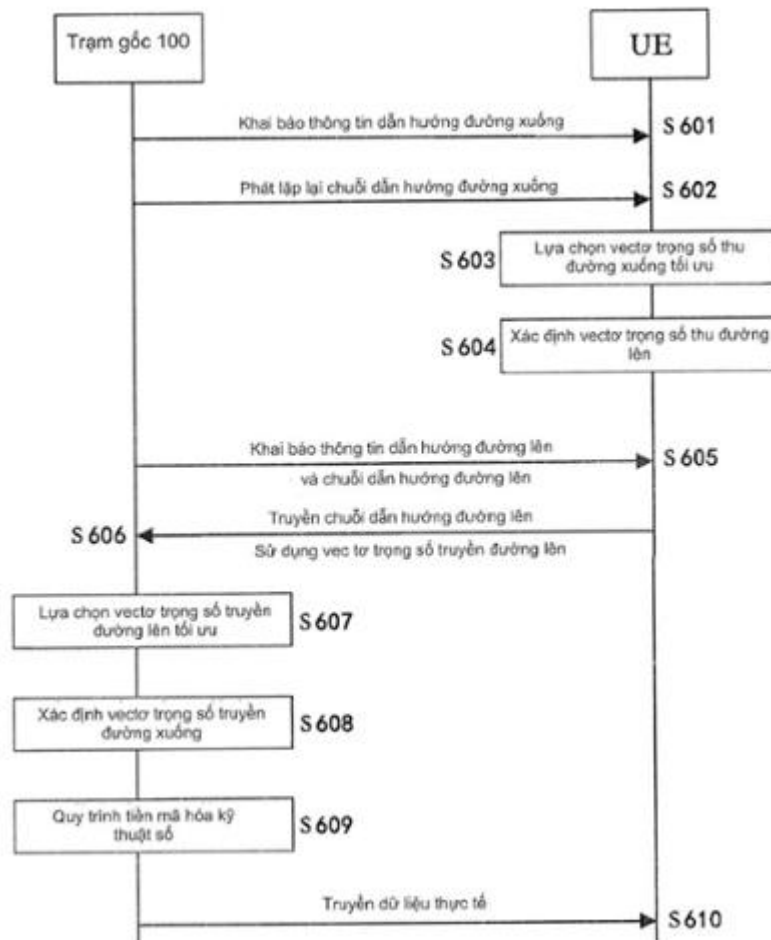
1-7-1 Konan Minato-ku Tokyo 108-0075, Japan

(72) ZHAO, Peiyao (CN); WANG, Zhaocheng (CN); ZHU, Xudong (CN); CHEN, Jinhui (CN).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông không dây và thiết bị truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm: thiết bị phía gửi tạo ra chuỗi chung để gửi đến nhiều thiết bị phía thu; mỗi trong số các thiết bị phía thu xác định tham số trọng số tương tự thứ nhất theo trạng thái thu của chuỗi chung, và xác định cấu hình anten để gửi tín hiệu tần số hướng dẫn được xác định trước tương ứng với thiết bị phía thu theo tham số trọng số tương tự thứ nhất được xác định để gửi tín hiệu tần số hướng dẫn được xác định trước đến thiết bị phía gửi; và thiết bị phía gửi xác định tham số trọng số tương tự thứ hai liên quan đến thiết bị phía thu theo trạng thái thu của tín hiệu tần số hướng dẫn được xác định trước, và xác định cấu hình anten để gửi dữ liệu liên quan đến thiết bị phía thu theo tham số trọng số tương tự thứ hai được xác định để gửi dữ liệu đến thiết bị phía thu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông không dây và thiết bị truyền thông không dây, và cụ thể, đề cập đến phương pháp dẫn hướng chùm sóng cho hệ thống anten cỡ lớn đa người dùng và thiết bị ứng dụng phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, công nghệ sóng milimet và công nghệ đa đầu vào đa đầu ra cỡ lớn (MIMO) được coi là công nghệ chủ chốt của truyền thông di động thế hệ thứ 5 (5G) trong tương lai, và đã thu hút sự quan tâm rộng rãi. Dải tần sóng milimet bao gồm một lượng lớn tài nguyên phổ khả dụng, mà có thể đáp ứng các nhu cầu ngày càng gia tăng đối với lưu lượng giao dịch. Ngoài ra, vì bước sóng của sóng milimet là ngắn, hàng trăm hoặc hàng nghìn anten có thể được bố trí trong phạm vi không gian hẹp, mà nó thuận tiện cho việc áp dụng công nghệ anten cỡ lớn trong hệ thống thực tế.

Fig.1 là hình vẽ giản lược thể hiện hệ thống anten cỡ lớn sóng milimet đa người dùng của trạm gốc đơn. Như được thể hiện trên Fig.1, trạm gốc 100 được bố trí M anten, và được sử dụng để phục vụ K thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K. Mỗi trong số K thiết bị người dùng được bố trí N anten. Trong cấu trúc tiền mã hóa kỹ thuật số hoàn toàn thông thường (một liên kết tần số radio được kết nối với chỉ một bộ phận anten), dữ liệu dùng cho K thiết bị người dùng được ánh xạ vào trong M liên kết tần số radio và M bộ phận anten sử dụng ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số hoàn toàn $W \in C^{M \times K}$. Theo cách này, hiệu suất tiền mã hóa tối ưu có thể đạt được. M liên kết tần số radio được yêu cầu trong cấu trúc tiền mã hóa kỹ thuật số hoàn toàn, mà dẫn đến vấn đề chẳng hạn như là độ phức tạp phân cứng cao và điện năng tiêu thụ lớn. Do đó, cấu trúc tiền mã hóa lai kết nối hoàn toàn được sử dụng trong hệ thống như được thể hiện trên Fig.1. Trong cấu trúc này, các dòng dữ liệu dùng cho K thiết bị người dùng được ánh xạ vào

trong K liên kết tần số radio ($K < M$) bởi bộ tiền mã hóa kỹ thuật số 110 sử dụng ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B ($B \in C^{K \times K}$). Tín hiệu của mỗi liên kết tần số radio được chuyển đổi tới tần số cao hơn (up-converted), và sau đó được truyền đến M anten qua mạng dịch pha tương tự 120 để truyền. Vì mỗi liên kết tần số radio tương ứng với nhiều bộ dịch pha và nhiều bộ phận anten cho phép liên kết tần số radio đơn tạo nên chùm sóng, chi phí phần cứng trong cấu trúc tiền mã hóa lai kết nối hoàn toàn có thể được giảm đáng kể, so sánh với cấu trúc tiền mã hóa kỹ thuật số hoàn toàn trong đó nhiều liên kết tần số radio tạo nên chùm sóng. Các giá trị của các bộ dịch pha trong mạng dịch pha tương tự 120 cấu thành ma trận tiền mã hóa tương tự F. Vì pha thay vì biên độ của tín hiệu được thay đổi bởi bộ dịch pha, ma trận tiền mã hóa tương tự $F \in C^{M \times K}$ đáp ứng điều kiện ràng buộc $|[F]_{m,n}|^2 = M^{-1}$. Do đó, tín hiệu thu được bởi các thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K ở anten được truyền đến một hoặc nhiều liên kết tần số radio qua mạng dịch pha 140. Trong cấu trúc tiền mã hóa lai, mô hình truyền tín hiệu đường xuống có thể được biểu diễn là:

$$y_k = w_k^T H_k F B x + w_k^T n_k,$$

trong đó y_k biểu thị tín hiệu thu được bởi thiết bị người dùng thứ k, H_k biểu thị ma trận kênh đường xuống giữa thiết bị người dùng thứ k và trạm gốc 100, F và B biểu thị ma trận tiền mã hóa tương tự và ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số, một cách tương ứng, f_k trong cột thứ k của ma trận tiền mã hóa tương tự F biểu thị vector trọng số truyền tương tự (ví dụ, được sử dụng để thiết đặt các pha của nhiều bộ dịch pha kết nối với liên kết tần số radio thứ k) cho thiết bị người dùng thứ k, w_k biểu thị vector trọng số thu của thiết bị người dùng thứ k, n_k biểu thị nhiễu trắng Gauss, và x biểu thị dữ liệu truyền đến K thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K. Do giới hạn theo thiết bị, vector trọng số truyền tương tự f_k và vector trọng số thu w_k thường được lựa chọn từ bảng mã xác định trước, và cụ thể là lựa chọn từ bảng mã Fc của trạm gốc 100 và bảng mã Wc của thiết bị người dùng (UE), một cách tương ứng.

Trong cấu trúc tiền mã hóa lai, vector trọng số truyền tương tự và vector trọng số thu thường được thiết kế riêng biệt từ ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B, để giảm độ tính toán phức tạp. Quy trình lựa chọn vector trọng số truyền /vector trọng số thu tương tự tối ưu cho mỗi thiết bị người dùng từ các bảng mã được gọi là dẫn hướng chùm sóng. Dẫn hướng chùm sóng có thể được thực hiện theo tiêu chuẩn của cường độ thu được tối đa của người dùng. Tiêu chuẩn được biểu diễn như sau đây:

$$\{w_{k,opt}, f_{k,opt}\} = \arg \max \|w_k^T H_k f\| \quad s.t. \quad w \in W_c, f \in F_c,$$

trong đó $\{w_{k,opt}, f_{k,opt}\}$ biểu thị vector trọng số thu đường xuống tối ưu /vector trọng số truyền đường xuống tối ưu cho thiết bị người dùng thứ k.

Sau khi vector trọng số thu/vector trọng số truyền tương tự $\{w_{k,opt}, f_{k,opt}\}$ thu được, kênh tương đương đường xuống $H_{eq} \in C^{K \times K}$ có thể đạt được, trong đó $[H_{eq}]_{i,j} = w_{i,opt}^T H_i f_{j,opt}$. Theo lý thuyết ma trận ngẫu nhiên, H_{eq} là ma trận theo quy tắc đường chéo trong trường hợp mà số lượng các anten của trạm gốc lớn hơn rất nhiều so với số lượng các thiết bị người dùng (các UE) (đó là, $M \gg K$). Do đó, ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B có thể được sắp xếp sử dụng thuật toán tiền mã hóa kỹ thuật số tuyến tính chẳng hạn như là thuật toán ép không (ZF). Ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B được biểu diễn như sau đây:

$$B = H_{eq}^H (H_{eq} H_{eq}^H)^{-1} \Lambda,$$

trong đó Λ biểu thị ma trận đường chéo và được sử dụng để phân bổ cường độ truyền trong số các thiết bị người dùng.

Cơ chế dẫn hướng chùm sóng thông thường chủ yếu bao gồm ước tính kênh vật lý, tìm kiếm toàn bộ, phản hồi đa lớp và phản hồi một lần.

Với cơ chế ước tính kênh vật lý, kênh vật lý đường xuống $H_k \in C^{N \times M}$ được ước tính trực tiếp dựa vào sóng chủ, và thiết bị người dùng tính toán vector

trọng số thu/truyền tối ưu dựa vào kênh vật lý được ước tính, và phản hồi vector trọng số truyền đến trạm gốc. Trong hệ thống sóng milimet, trạm gốc và thiết bị người dùng đều được bố trí số lượng lớn anten. Do đó, độ phức tạp của ước tính kênh là cao. Đồng thời, vì sóng chủ không được dẫn hướng chùm sóng, tỷ số tín hiệu trên nhiễu thu được (SNR) là thấp và độ chính xác của ước tính kênh là thấp.

Tất cả vector trọng số thu/truyền khả thi được tìm kiếm với cơ chế tìm kiếm toàn bộ. Thiết bị người dùng đo chất lượng kênh dựa vào mỗi cặp vector trọng số truyền/thu, để lựa chọn cặp vector trọng số tối ưu, và phản hồi vector trọng số truyền đến trạm gốc. Cơ chế tìm kiếm toàn bộ có thể thực hiện hiệu suất tối ưu, tuy nhiên, độ phức tạp rất cao.

Với cơ chế phản hồi đa lớp, quy trình dẫn hướng được thực hiện lần lượt trên nhiều lớp dựa vào bảng mã đa lớp được sắp xếp từ trước, và tìm kiếm toàn bộ được thực hiện trong mỗi trong số các lớp. Vì số lượng các từ mã có thể được lựa chọn trong mỗi lớp là nhỏ, độ phức tạp được giảm xuống. Các vector trọng số truyền được phản hồi đến trạm gốc vài lần theo cơ chế phản hồi đa lớp, mà kết quả là chiếm lượng lớn các tài nguyên bổ sung. Ngoài ra, vì các quy trình dẫn hướng là khác với các thiết bị người dùng khác nhau, việc dẫn hướng được thực hiện cho tất cả các thiết bị người dùng riêng biệt một cách tương ứng, mà kết quả là độ phức tạp tổng thể cao.

Dẫn hướng chùm sóng được chia thành hai bước theo cơ chế phản hồi một lần. Thứ nhất, trạm gốc tìm kiếm tất cả các vector trọng số truyền khả thi, và thiết bị người dùng thu tín hiệu với chùm sóng đa hướng và ước tính chất lượng kênh, và lựa chọn vector trọng số truyền tối ưu và cặp vector trọng số truyền tối ưu về đến trạm gốc. Thứ hai, trạm gốc truyền vector trọng số cố định, và thiết bị người dùng tìm kiếm vector trọng số thu tối ưu. Khi so sánh với cơ chế tìm kiếm toàn bộ, độ phức tạp của cơ chế phản hồi một lần được giảm xuống, tuy nhiên, gây ra hao hụt hiệu suất, và độ phức tạp được tăng lên với sự gia tăng số lượng các thiết bị người dùng.

Tóm lại, vấn đề chính theo cơ chế dẫn hướng chùm sóng thông thường là độ phức tạp cao, và độ phức tạp của dẫn hướng chùm sóng trong hệ thống sóng milimet có ảnh hưởng đến thời gian thiết lập truyền thông, mà chính là yếu tố quan trọng trong hệ thống truyền thông di động. Do đó, cần phải có cơ chế dẫn hướng chùm sóng hệ thống anten cỡ lớn sóng milimet cho đa người dùng nhanh chóng.

Minh họa ở trên được đề cập để hiểu rõ hơn các phương án của sáng chế. Tuy nhiên, nên được hiểu rằng nó không có nghĩa là minh họa ở trên thuộc về công nghệ thông thường, và minh họa ở trên có thể bao gồm nội dung trong các phương án của sáng chế.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nhằm mục đích giải quyết vấn đề ở trên, sáng chế đề xuất thiết bị phía thu trong hệ thống truyền thông. Thiết bị phía thu bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định các tham số trọng số tương tự cho nhiều anten của thiết bị phía thu dựa vào sự thu nhận chuỗi chung từ phía truyền bởi thiết bị phía thu; và xác định, dựa vào các tham số trọng số tương tự, cấu hình anten để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với thiết bị phía thu, để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tới phía truyền.

Ngoài ra sáng chế còn đề cập đến thiết bị phía truyền trong hệ thống truyền thông. Thiết bị phía truyền bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: tạo ra chuỗi chung để được truyền đến nhiều thiết bị phía thu; liên quan đến mỗi trong số nhiều thiết bị phía thu, xác định các tham số trọng số tương tự cho nhiều anten của thiết bị phía truyền dựa vào sự thu nhận của tín hiệu hướng dẫn được xác định trước từ thiết bị phía thu, trong đó tín hiệu hướng dẫn được xác định trước được truyền bởi thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số truyền đa anten của thiết bị phía thu, và các tham số trọng số truyền đa anten được xác định bởi thiết bị phía thu dựa vào sự thu nhận chuỗi chung.

Ngoài ra sáng chế còn đề cập đến phương pháp dẫn hướng trong hệ thống truyền thông. Phương pháp này bao gồm: tạo ra, bởi thiết bị phía truyền, chuỗi

chung để được truyền đến nhiều thiết bị phía thu; xác định, bởi mỗi trong số nhiều thiết bị phía thu, các tham số trọng số tương tự thứ nhất dựa vào sự thu nhận chuỗi chung; xác định, bởi mỗi trong số nhiều thiết bị phía thu, cấu hình anten để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số tương tự thứ nhất được xác định, để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước đến thiết bị phía truyền; xác định, bởi thiết bị phía truyền, các tham số trọng số tương tự thứ hai cho thiết bị phía thu dựa vào sự thu nhận của tín hiệu hướng dẫn được xác định trước; và xác định, bởi thiết bị phía truyền, cấu hình anten để truyền dữ liệu trực tiếp đến thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số tương tự thứ hai được xác định, để truyền dữ liệu đến thiết bị phía thu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn dựa vào phần mô tả sau đây cùng với các hình vẽ, trong đó các số chỉ dẫn giống hoặc tương tự nhau được sử dụng để thể hiện các thành phần giống hoặc tương tự nhau trong các hình vẽ. Các hình vẽ cùng phần mô tả chi tiết sau đây thuộc bản mô tả và tạo nên một phần bản mô tả, và được sử dụng để minh họa thêm cho các phương án ưu tiên của sáng chế và để giải thích các nguyên lý và các ưu điểm của sáng chế. Trong các bản vẽ:

Fig.1 là sơ đồ khối cấu trúc sơ lược của hệ thống truyền thông anten cỡ lớn sóng milimet đa người dùng trạm gốc đơn mà sáng chế áp dụng;

Fig.2 thể hiện sơ lược cấu trúc của mạng dịch pha kết nối hoàn toàn của trạm gốc;

Fig.3 thể hiện sơ lược cấu trúc của mạng dịch pha kết nối một phần của trạm gốc;

Fig.4 thể hiện sơ lược cấu trúc của thiết bị người dùng được bố trí nhiều liên kết tần số radio;

Fig.5 thể hiện sơ lược cấu trúc của thiết bị người dùng được bố trí liên kết tần số radio đơn;

Fig.6 là lưu đồ của ví dụ về việc dẫn hướng chùm sóng theo sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ sơ lược minh họa việc dẫn hướng đường xuống theo sáng chế;

Fig.8A và Fig.8B là các hình vẽ sơ lược minh họa việc dẫn hướng đường lên theo sáng chế;

Fig.9 là lưu đồ của một ví dụ khác về việc dẫn hướng chùm sóng theo sáng chế;

Fig.10A và Fig.10B thể hiện so sánh hiệu suất giữa việc dẫn hướng chùm sóng theo sáng chế và theo công nghệ thông thường; và

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình ví dụ của phần cứng máy tính.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là sơ đồ khối cấu trúc mạch của hệ thống truyền thông mà sáng chế áp dụng. Như được thể hiện trên Fig.1, trong trạm gốc 100, K dòng dữ liệu người dùng được nhập vào dải dữ liệu gốc bộ tiền mã hóa kỹ thuật số 110, và bộ tiền mã hóa kỹ thuật số 110 thực hiện tiền mã hóa kỹ thuật số trên K dòng dữ liệu sử dụng ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B, để ánh xạ K dòng dữ liệu vào K liên kết tần số radio (RF) với các hệ số trọng số khác nhau. Sự nhiễu giữa các dòng dữ liệu khác nhau có thể được loại bỏ thông qua tiền mã hóa kỹ thuật số trong trường hợp mà nhiều dòng dữ liệu truyền các tài nguyên vật lý giống nhau. Nên được lưu ý rằng vì các chùm sóng khác nhau có thể được truyền riêng biệt trong không gian bằng tiền mã hóa tương tự, sự nhiễu giữa các dòng truyền khác nhau có thể được giảm ở mức độ nào đó, và tiền mã hóa kỹ thuật số không cần thiết xử lý trong sáng chế. Nhằm mục đích giảm độ phức tạp của hệ thống hoặc giảm phí tổn, bộ tiền mã hóa kỹ thuật số có thể được bỏ qua trong một số phương án. Ngoài ra, tiền mã hóa kỹ thuật số được thực hiện trong dải dữ liệu gốc, do đó, bộ tiền mã hóa kỹ thuật số có thể được thực hiện bằng ví dụ bộ xử lý dải dữ liệu gốc, và đôi khi cũng được gọi là bộ tiền mã hóa dải dữ liệu gốc. Ngoài ra, tiền mã hóa tương tự được thực hiện dưới sự điều khiển của mạch xử

lý trong tần số radio, và đôi khi cũng được gọi tương tự là dẫn hướng chùm sóng.

Nên được lưu ý rằng dẫn hướng chùm sóng đã biết trong công nghệ thông thường đã có. Tuy nhiên, dẫn hướng chùm sóng được đề cập chủ yếu trong cấu trúc trong đó các liên kết tần số radio tương ứng một-một với bộ phận anten, và không có hạn chế theo thiết bị, và từ góc nhìn thực hiện không cần thiết phải dẫn hướng một cách lặp lại để lựa chọn từ mã từ bảng mã cố định cho việc truyền thực tế. Trong công nghệ thông thường, dẫn hướng chùm sóng chỉ được thực hiện ở phía trạm gốc, thiết bị người dùng chỉ thu tín hiệu một cách bị động, và không điều chỉnh cấu hình anten (ví dụ thiết bị tần số radio). Trong sáng chế, tuy nhiên, liên kết tần số radio của thiết bị người dùng tương ứng với nhiều bộ dịch pha và nhiều bộ phận anten, và thiết bị người dùng thu thiết kế cấu hình anten cụ thể khi thu hoặc truyền tín hiệu, để hoạt động với trạm gốc, bằng cách này thực hiện việc truyền tín hiệu chất lượng cao.

Sau khi tiền mã hóa kỹ thuật số, các dải tín hiệu gốc được chuyển đổi tới tần số cao hơn (up-converted), khuếch đại và lọc vào K liên kết tần số radio, để tạo ra các tín hiệu tần số radio.

K liên kết tần số radio được kết nối với mạng dịch pha tương tự 120, M đầu ra của mạng dịch pha 120 được kết nối lần lượt với M anten. Giá trị của các bộ dịch pha trong mạng dịch pha 120 cấu thành ma trận tiền mã hóa tương tự (hoặc được gọi là ma trận dẫn hướng chùm sóng tương tự) F. Khác với tiền mã hóa kỹ thuật số, tỷ số tín hiệu trên nhiễu thu được của thiết bị người dùng được cải thiện và tuyến kênh tắt dần vượt qua dẫn hướng chùm sóng tương tự, do đó, các chùm sóng khác nhau được tạo ra cho các thiết bị người dùng khác nhau nói chung.

Bộ xử lý 130 được tạo cấu hình để tạo ra hoặc xác định ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B và ma trận tiền mã hóa tương tự F. Đó là, bộ xử lý 130 được tạo cấu hình để điều khiển xử lý tiền mã hóa kỹ thuật số và cấu hình các bộ dịch pha trong mạng dịch pha 120. Nên được hiểu rằng bộ xử lý 130 trong sáng chế

có thể được thực hiện như một hoặc nhiều bộ điều khiển lớp cao, bộ xử lý dải dữ liệu gốc và bộ xử lý khác, và các bộ xử lý khác nhau có thể được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B và ma trận tiền mã hóa tương tự F, một cách tương ứng.

Thông thường, mạng dịch pha 120 bao gồm mạng dịch pha loại kết nối hoàn toàn và mạng dịch pha loại kết nối một phần. Fig.2 là sơ đồ mạch thể hiện cấu trúc của mạng dịch pha kết nối hoàn toàn. Như được thể hiện trên Fig.2, mỗi liên kết tần số radio được kết nối với M bộ dịch pha, các tín hiệu đầu ra từ tất cả K ($K < M$) bộ dịch pha được thêm bởi bộ cộng và sau đó kết nối với một bộ phận anten. Fig.3 là sơ đồ mạch thể hiện cấu trúc của mạng dịch pha kết nối một phần. Như được thể hiện trên Fig.3, mỗi liên kết tần số radio được kết nối với M/K bộ dịch pha, và mỗi bộ dịch pha được kết nối với một bộ phận anten.

Fig.1 là hình vẽ giản lược thể hiện mỗi thiết bị người dùng (UE) bố trí N anten thu, trong thực tế, các thiết bị người dùng (các UE) có thể được bố trí số lượng anten khác nhau, và sáng chế không bị giới hạn ở đó. Fig.4 thể hiện cấu trúc chi tiết của thiết bị người dùng (UE). Như được thể hiện trên Fig.4, các tín hiệu thu được qua N bộ phận anten được kết nối với nhiều liên kết tần số radio (số lượng của các liên kết tần số radio ít hơn số lượng bộ phận anten) qua mạng dịch pha 410, và sau đó được lọc, khuếch đại, chuyển đổi tới tần số thấp hơn (down-converted) để thu tín hiệu dải dữ liệu gốc thu được (không thể hiện). Mạng dịch pha 410 có cấu trúc giống như mạng dịch pha 120 ở phía trạm gốc. Các giá trị của các bộ dịch pha trong mạng dịch pha 410 cấu thành ma trận trọng số thu tương tự W cho thiết bị người dùng (UE). Ngoài ra, tương tự phía trạm gốc, bộ xử lý 420 cấu hình ma trận trọng số thu W, đó là, cấu hình các giá trị của các bộ dịch pha trong mạng dịch pha 410.

Ngoài ra, Fig.5 thể hiện cấu trúc khác của thiết bị người dùng (UE), mà đơn giản hơn khi so sánh với cấu trúc như được thể hiện trên Fig.4. Trên Fig.5, thiết bị người dùng bao gồm chỉ một liên kết tần số radio, và các tín hiệu thu được qua N anten được thêm vào và xuất ra liên kết tần số radio, không cần đến

mạng dịch pha. Trong trường hợp này, các giá trị của N bộ dịch pha kết nối với N anten cấu thành vectơ trọng số thu tương tự W cho thiết bị người dùng (UE). Tương tự, bộ xử lý 510 cấu hình các giá trị của N bộ dịch pha, đó là, cấu hình vectơ trọng số thu W .

Theo ví dụ của sáng chế, một vectơ trọng số tương ứng với một giá trị của nhiều bộ dịch pha, yếu tố của vectơ trọng số chỉ báo các giá trị pha của tập hợp các bộ dịch pha, và ma trận trọng số bao gồm nhiều vectơ trọng số cho nhiều liên kết tần số radio. Ngoài ra, tất cả vectơ trọng số khả dụng cấu thành bảng mã chùm sóng. Nói cách khác, mỗi vectơ trọng số tương ứng với một từ mã trong bảng mã chùm sóng.

Cấu trúc của hệ thống truyền thông và các cấu trúc của trạm gốc và thiết bị người dùng trong sáng chế được nêu ở trên kết hợp với Fig.1 đến Fig.5. Như được mô tả ở trên, tín hiệu thu được tương ứng với dòng dữ liệu thứ k (nên được lưu ý rằng thiết bị người dùng bố trí nhiều liên kết tần số radio có thể thu nhiều dòng dữ liệu) ở phía trạm gốc có thể được biểu diễn là:

$$y_k = w_k^T H_k F B x + w_k^T n_k,$$

trong đó H_k biểu thị ma trận kênh đường xuống tương ứng với dòng dữ liệu thứ k giữa thiết bị người dùng và trạm gốc. $B \in C^{K \times K}$ biểu thị ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số, và ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B thường là ma trận đường chéo, đó là, giá trị của yếu tố đường chéo lớn. Theo cách này, sau khi tiền mã hóa kỹ thuật số, tín hiệu trong liên kết tần số radio thứ k chủ yếu đến từ dòng dữ liệu thứ k . $F \in C^{M \times K}$ biểu thị ma trận tiền mã hóa tương tự, cột thứ k f_k của ma trận tiền mã hóa tương tự F biểu thị vectơ trọng số truyền tương tự cho liên kết tần số radio thứ k (mà được sử dụng để chủ yếu mang dòng dữ liệu thứ k). Trong cấu trúc mạng dịch pha kết nối hoàn toàn như được thể hiện trên Fig.2, vì mỗi liên kết tần số radio được kết nối với toàn bộ các anten, do đó, toàn bộ yếu tố của vectơ f_k khác không. Trong cấu trúc mạng dịch pha kết nối một phần như được thể hiện trên Fig.3, vì mỗi liên kết tần số radio được kết nối với chỉ

một phần của các anten, chỉ có yếu tố thứ $((k-1) \cdot \frac{M}{K} + 1)$ đến yếu tố thứ $(k \cdot \frac{M}{K})$ của vector f_k là khác không, và các yếu tố khác là không.

Ngoài ra, w_k biểu thị vector trọng số thu tương tự của thiết bị người dùng cho dòng dữ liệu thứ k. Trong trường hợp mà mạng dịch pha 410 ở phía thiết bị người dùng là mạng dịch pha kết nối hoàn toàn hoặc mạng dịch pha kết nối một phần, vector w_k tương tự với vector f_k ở trên.

Ngoài ra, x biểu thị tín hiệu được truyền bằng trạm gốc tương ứng với K dòng dữ liệu, và n_k biểu thị nhiễu trắng Gauss.

Như được mô tả ở trên, do giới hạn theo hạn chế của thiết bị, vector trọng số truyền tương tự f_k và vector trọng số thu tương tự w_k phải được lựa chọn từ bảng mã xác định trước. Đó là, chỉ một số từ mã từ bảng mã xác định trước có thể được sử dụng. Trong sáng chế, bảng mã ở phía trạm gốc được xác định là F_c , và bảng mã ở phía thiết bị người dùng được xác định là W_c . Cụ thể, trong cấu trúc mạng dịch pha kết nối một phần, bảng mã tham chiếu tới tập hợp tất cả các giá trị khả thi của các yếu tố khác không trong vector trọng số.

Tiến trình dẫn hướng chùm sóng trong sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây kết hợp với Fig.6.

Như được thể hiện trên Fig.6, trong bước S601, trạm gốc 100 khai báo tất cả các thiết bị người dùng (các UE) được phục vụ bằng trạm gốc trong việc dẫn hướng thông tin đường xuống qua ví dụ kênh phát sóng. Dẫn hướng thông tin đường xuống có thể bao gồm ví dụ khoảng thời gian để truyền chuỗi dẫn hướng đường xuống (chẳng hạn như là tín hiệu chỉ đạo), và số lần để truyền chuỗi dẫn hướng đường xuống và tương tự. Chuỗi dẫn hướng đường xuống được tạo ra bằng trạm gốc 100 (ví dụ, bộ xử lý 130), và được truyền đến tất cả các thiết bị người dùng (các UE) từ trạm gốc 100 trong bước S602. Ví dụ, trong trường hợp mà sáng chế được áp dụng vào hệ thống tiêu chuẩn truyền thông không dây tốc độ cao (LTE-A), chuỗi dẫn hướng đường xuống có thể là tín hiệu tham chiếu

thông tin trạng thái kênh (CSI-RS), tín hiệu tham chiếu chung (CRS), tín hiệu tham chiếu tách sóng (DMRS) và tương tự, và kênh phát sóng có thể là ví dụ kênh điều khiển phát sóng (BCCH). Theo ví dụ, trong trường hợp mà dẫn hướng thông tin đường xuống bao gồm khoảng thời gian để truyền CSI-RS và bao gồm thông tin chỉ dẫn rằng CSI-RS chỉ được truyền các khung con cụ thể, dẫn hướng thông tin đường xuống có thể không bao gồm số lần để truyền CSI-RS bởi vì số lượng xác định của các khung con cụ thể được bao gồm trong khoảng thời gian.

Trong bước S602, trạm gốc 100 phát chuỗi dẫn hướng đường xuống (CSI-RS) đến tất cả các thiết bị người dùng (các UE) trong vài lần sử dụng chùm sóng đa hướng f_{omni} . Chùm sóng đa hướng f_{omni} được xác định là vector trọng số truyền tương tự đáp ứng $|\alpha_{BS}(\theta, \varphi)^H f_{\text{omni}}| = C$, trong đó $\alpha_{BS}(\theta, \varphi)$ biểu thị vector tương ứng để truyền anten của trạm gốc, θ và φ biểu thị góc tới theo phương ngang và góc tới theo phương dọc, một cách tương ứng, và C biểu thị hằng số.

Để chuỗi dẫn hướng đường xuống truyền bằng trạm gốc 100, thiết bị người dùng (UE) có thể ước tính hệ số kênh tương đương trong trường hợp mà từ mã cụ thể trong bảng mã W_c được lấy làm vector trọng số thu tương tự. Để chuỗi dẫn hướng đường xuống khác phát bằng trạm gốc 100, thiết bị người dùng có thể ước tính kênh tương đương trong trường hợp mà từ mã khác được lấy làm vector trọng số thu tương tự. Theo cách này, vì số lần (ví dụ, P) để truyền chuỗi dẫn hướng đường xuống bằng trạm gốc bằng với số lượng của các từ mã trong bảng mã W_c (đó là, số bảng mã) của thiết bị người dùng (UE), thiết bị người dùng có thể ước tính các kênh tương đương trong trường hợp sử dụng tất cả các từ mã trong bảng mã W_c bằng việc thu các chuỗi dẫn hướng đường xuống truyền trong P lần.

Với sự tham chiếu đến Fig.7, mà thể hiện rằng trạm gốc 100 phát chuỗi dẫn hướng đường xuống đến các thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K trong P lần sử dụng chùm sóng đa hướng f_{omni} . Để chuỗi dẫn hướng đường xuống phát cho lần thứ nhất, các thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K ước tính các hệ số

kênh tương đương trong trường hợp mà từ mã w^1 được lấy làm vector trọng số thu, một cách tương ứng. Để chuỗi dẫn hướng đường xuống phát cho lần thứ hai, các thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K ước tính các hệ số kênh tương đương trong trường hợp mà từ mã w^2 được lấy làm vector trọng số thu, một cách tương ứng, và v.v, đến khi việc ước tính được thực hiện cho P các từ mã trong bảng mã W_c . Nên được hiểu rằng, trong trường hợp mà các kích thước của các bảng mã W_c của nhiều thiết bị người dùng khác nhau, trạm gốc 100 xác định số lần phát lặp lại chuỗi dẫn hướng dựa vào ví dụ số bảng mã của thiết bị người dùng có số bảng mã tối đa, để chắc chắn rằng tất cả các thiết bị người dùng có thể thực hiện ước tính hoàn thành.

Ngoài ra, thiết bị người dùng có nhiều liên kết tần số radio có thể thực hiện việc ước tính cho một từ mã sử dụng mỗi trong số các liên kết tần số radio. Do đó, việc ước tính có thể được thực hiện đồng thời cho nhiều từ mã khi thu một chuỗi dẫn hướng đường xuống phát bằng trạm gốc 100. Theo lý thuyết, trạm gốc 100 có thể giảm số lần truyền lặp lại chuỗi dẫn hướng đường xuống trong trường hợp này. Trong thực tế, vì cả hai thiết bị người dùng có liên kết tần số radio đơn và thiết bị người dùng có nhiều liên kết tần số radio, trạm gốc 100 vẫn cần phát lặp lại chuỗi dẫn hướng đường xuống dựa vào số P bảng mã của thiết bị người dùng, để chắc chắn rằng thiết bị người dùng có liên kết tần số radio đơn thực hiện ước tính hoàn thành.

Sau khi hoàn thành ước tính các kênh tương đương cho tất cả các từ mã, thiết bị người dùng (UE) lựa chọn dựa vào các kết quả ước tính vector trọng số thu đường xuống mà cho phép chất lượng thu của chuỗi dẫn hướng đường xuống đáp ứng điều kiện xác định trước. Tốt hơn là, thiết bị người dùng lựa chọn vector trọng số thu tương ứng với chất lượng thu tốt nhất làm vector trọng số thu đường xuống để sử dụng trong truyền thông, như trong bước S603 như được thể hiện trên Fig.6. Tiêu chuẩn để lựa chọn có thể bao gồm: 1) tiêu chuẩn của cường độ tối đa của tín hiệu thu; và 2) tiêu chuẩn của tỷ số tín hiệu nhiễu tối đa. Hai tiêu chuẩn này lần lượt phù hợp với trường hợp mà thiết bị người dùng được bố trí liên kết tần số radio đơn và trường hợp mà thiết bị người dùng được bố trí

nhiều liên kết tần số radio.

Ví dụ, trong trường hợp mà thiết bị người dùng được bố trí liên kết tần số radio đơn, tiêu chuẩn cường độ tối đa của tín hiệu thu được có thể được biểu diễn là:

$$\{w_{opt}\} = \arg \max \|w^T H f_{omni}\| \quad s.t. \quad w \in W_c,$$

trong đó w biểu thị vector trọng số thu đường xuống sử dụng trong trường hợp liên kết tần số radio đơn. Như được mô tả ở trên, w được lựa chọn từ các từ mã của bảng mã W_c . W_c biểu thị bảng mã chùm sóng tương tự được xác định trước trong thiết bị người dùng. $H \in C^{N \times M}$ biểu thị ma trận kênh đường xuống giữa trạm gốc và thiết bị người dùng (N và M biểu thị số lượng các anten bố trí trong thiết bị người dùng và số lượng các anten bố trí tại trạm gốc, lần lượt), và f_{omni} biểu thị chùm sóng đa hướng được sử dụng bằng trạm gốc.

Hơn nữa, dựa vào tính đối xứng của các đặc tính kênh đường lên và các đặc tính kênh đường xuống, giá trị của bộ dịch pha kết nối với liên kết tần số radio đơn của thiết bị người dùng (UE) có thể được tạo cấu hình dựa vào w_{opt} xác định ở trên, để truyền chuỗi dẫn hướng đường lên (được mô tả sau đây) đến trạm gốc.

Trong trường hợp mà thiết bị người dùng được bố trí nhiều liên kết tần số radio, tiêu chuẩn của tỷ số tín hiệu nhiễu tối đa có thể được biểu diễn là:

$$\{w_{j,opt}\} = \arg \max \sum_{j=1}^{N_{RF}} \log_2(1 + SIR_j) \quad ,$$

trong đó $SIR_j = \frac{\|w_j^T H f_{omni}\|}{\sum_{i \neq j} \|w_i^T H f_{omni}\|} \quad s.t. \quad w_j \in W_c$, N_{RF} biểu thị số lượng của các liên

kết tần số radio bố trí cho thiết bị người dùng, và w_j biểu thị vector trọng số thu tương tự sử dụng cho liên kết tần số radio thứ j . Như được mô tả ở trên, w_j được lựa chọn từ các từ mã của bảng mã W_c . W_c biểu thị bảng mã chùm sóng

tương tự được xác định trước trong thiết bị người dùng. $H \in C^{N \times M}$ biểu thị ma trận kênh đường xuống giữa trạm gốc và thiết bị người dùng, và f_{omni} biểu thị chùm sóng đa hướng được sử dụng bằng trạm gốc.

Các giá trị của tập hợp các bộ dịch pha kết nối với liên kết tần số radio thứ j của thiết bị người dùng (UE) có thể được tạo cấu hình dựa vào $W_{j,opt}$ xác định ở trên, để truyền chuỗi dẫn hướng đường lên (được mô tả sau đây) đến trạm gốc. Theo ví dụ, các giá trị của các thiết đặt lần lượt của các bộ dịch pha kết nối với các liên kết tần số radio tương ứng của thiết bị người dùng (UE) có thể được tạo cấu hình với $W_{j,opt}$. Đó là, các thiết đặt lần lượt của các bộ dịch pha được tạo cấu hình theo cách giống nhau.

Như ví dụ mở rộng, thiết bị người dùng (UE) có nhiều liên kết tần số radio có thể thực hiện dẫn hướng với hai trạm gốc (ví dụ trạm gốc vĩ mô và trạm gốc vi mô) đồng thời qua công nghệ kết nối kép có trong ví dụ phương thức truyền thông LTE-A. Trong trường hợp này, thiết bị người dùng (UE) có thể đạt được các vector trọng số thu tương tự w_1 và w_2 cho hai trạm gốc, một cách tương ứng, và sau đó thiết bị người dùng (UE) cấu hình các giá trị của tập hợp các bộ dịch pha kết nối với liên kết tần số radio 1 dựa vào vector trọng số xác định w_1 cho trạm gốc 1, và cấu hình các giá trị của tập hợp các bộ dịch pha kết nối với liên kết tần số radio 2 dựa vào vector trọng số xác định w_2 cho trạm gốc 2, để thực hiện dẫn hướng chùm sóng tương tự các truyền tải với hai trạm gốc đồng thời.

Sau khi thiết bị người dùng (UE) thu được vector trọng số thu đường xuống cho truyền thông trong bước S603, quy trình dẫn hướng đường xuống kết thúc.

Thiết bị người dùng (UE) sau đó tính toán vector trọng số truyền đường lên dựa vào vector trọng số thu đường xuống xác định trong bước S604, và truyền chuỗi dẫn hướng đường lên sử dụng vector trọng số truyền đường lên được tính toán, để bắt đầu quy trình dẫn hướng đường lên. Vì các đặc tính kênh

của kênh đường xuống và các đặc tính kênh của kênh đường lên nghịch đảo nhau trong hệ thống phân chia thời gian (TDD), vector trọng số thu xác định có thể phục vụ như vector trọng số truyền đường lên của thiết bị người dùng (UE) trực tiếp. Trong hệ thống phân chia tần số (FDD), vector trọng số truyền đường lên chính xác có thể đạt được bằng hiệu chỉnh vector trọng số thu, mà được mô tả chi tiết sau đây.

Trạm gốc 100 phát thông tin dẫn hướng đường lên đến tất cả các thiết bị người dùng (các UE) trong bước S605. Thông tin dẫn hướng đường lên có thể bao gồm ví dụ khoảng thời gian để truyền chuỗi dẫn hướng đường lên, số lần để truyền chuỗi dẫn hướng đường lên và tương tự. Theo ví dụ, trong trường hợp mà thông tin dẫn hướng đường lên bao gồm khoảng thời gian để truyền chuỗi dẫn hướng đường lên và bao gồm thông tin chỉ dẫn mà một chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền trong mỗi khung con, thông tin dẫn hướng đường lên có thể không bao gồm số lần để truyền chuỗi dẫn hướng đường lên bởi vì số lượng xác định của các khung con được bao gồm trong khoảng thời gian. Trong ví dụ khác, trạm gốc khai báo thiết bị người dùng của thông tin trên liên kết tần số radio, bảng mã chùm sóng và tương tự bằng cách bao gồm nó trong hệ thống thông tin khi thiết bị người dùng truy cập vào mạng. Trong trường hợp này, thông tin dẫn hướng đường lên có thể không bao gồm số lần để truyền chuỗi dẫn hướng đường lên. Trong các ví dụ khác, đó là việc khả thi thiết lập trước đó dẫn hướng đường lên sẽ bắt đầu khi thời gian xác định trước trôi qua sau khi dẫn hướng đường xuống kết thúc, và do đó trạm gốc 100 có thể không truyền thông tin dẫn hướng đường lên. Ngoài ra, trạm gốc 100 khai báo thiết bị người dùng (UE) của chuỗi dẫn hướng đường lên phân bổ thiết bị người dùng (UE) qua kênh cụ thể và tín hiệu chuyên dụng chẳng hạn như là tín hiệu RRC.

Thiết bị người dùng (UE) truyền chuỗi dẫn hướng đường lên đến trạm gốc 100 dựa vào vector trọng số truyền đường lên thu được trong bước S604 và chuỗi dẫn hướng đường lên và thông tin dẫn hướng đường lên thu được trong bước S605, như được thể hiện trong bước S606. Cụ thể, các chuỗi dẫn hướng đường lên được sử dụng bởi các thiết bị người dùng (các UE) trực giao với nhau, bao

gồm ít nhất một trong các chuỗi dẫn hướng trực giao với nhau và các tài nguyên truyền vật lý trực giao với nhau. Chuỗi dẫn hướng đường lên có thể là ví dụ tín hiệu chỉ đạo trực giao, chẳng hạn như là tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS). Trong trường hợp mà chuỗi dẫn hướng đường lên là SRS, vì thiết bị người dùng thực hiện dẫn hướng chùm sóng trên SRS dựa vào dẫn hướng kết quả đường xuống và truyền SRS, kênh thông tin đường xuống có thể được ngầm phản hồi và chính xác hơn trong khi tham chiếu tài nguyên lập trình được cung cấp đến trạm gốc, phí tổn cho tín hiệu không chuyên phản hồi.

Để chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng mỗi thiết bị người dùng (UE), trạm gốc 100 ước tính kênh tương đương hệ số trong trường hợp mà mỗi từ mã trong bảng mã F_c được sử dụng như vector trọng số thu đường lên, và xác định dựa vào kết quả ước tính vector trọng số thu đường lên mà cho phép chất lượng thu của chuỗi dẫn hướng đường lên đáp ứng điều kiện xác định trước (hoặc là tối ưu), như được thể hiện trong bước S607.

Cụ thể, trong ví dụ ưu tiên trong đó trạm gốc 100 được tạo cấu hình với mạng dịch pha kết nối hoàn toàn, vì trạm gốc 100 được bố trí nhiều liên kết tần số radio, ước tính có thể được thực hiện đồng thời cho nhiều từ mã. Đó là, kênh tương đương được ước tính trong trường hợp mà một từ mã được lấy làm vector trọng số thu trong mỗi trong số liên kết tần số radio. Do đó, trạm gốc 100 có thể ước tính các kênh tương đương cho K_{RF} từ mã cho một chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng thiết bị người dùng (UE), trong đó K_{RF} biểu thị số lượng của các liên kết tần số radio cấp đến trạm gốc 100. Theo cách này, số bảng mã F_c xác định trước trong trạm gốc 100 là Q , và số lần để truyền chuỗi dẫn hướng đường lên bằng thiết bị người dùng (UE) là Q/K_{RF} theo lý thuyết.

Với sự tham chiếu đến Fig.8A, mà thể hiện rằng các thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K truyền các chuỗi dẫn hướng đường lên cho sử dụng vài lần vector trọng số truyền đường lên w_1 đến w_k lần lượt tương ứng với các thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K. Ví dụ, cho chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng thiết bị người dùng UE 1 sử dụng vector trọng số w_1 cho lần thứ nhất,

trạm gốc 100 có thể ước tính các hệ số kênh tương đương cho K_{RF} từ mã $f^1, f^2 \dots f^{K_{RF}}$ bởi vì trạm gốc 100 có K_{RF} liên kết tần số radio. cho chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng thiết bị người dùng UE1 sử dụng vector trọng số w_1 cho lần thứ hai, trạm gốc 100 có thể ước tính các hệ số kênh tương đương cho K_{RF} các từ mã bổ sung $f^{K_{RF}+1}, f^{K_{RF}+2} \dots f^{2K_{RF}}$, và v.v, đến khi ước tính được thực hiện cho tất cả Q từ mã trong bảng mã Fc. Cho các thiết bị người dùng khác UE 2 đến UE K, cách thực hiện của trạm gốc 100 giống cách hoạt động của thiết bị người dùng UE 1.

Các chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng nhiều thiết bị người dùng từ UE 1 đến UE K được thu ở các anten của trạm gốc 100 theo cách chồng chéo. Vì các chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bởi các thiết bị người dùng (các UE) trực giao với nhau, trạm gốc 100 có thể phân tích các chuỗi được truyền bởi các thiết bị người dùng, và thực hiện dẫn hướng đường lên trên các thiết bị người dùng, một cách tương ứng. Trong trường hợp này, tài nguyên tiêu thụ trong quy trình dẫn hướng đường lên không liên quan đến số lượng các thiết bị người dùng. Do đó, yêu cầu rằng nhiều thiết bị người dùng (các UE) có thể khả thi truyền các chuỗi dẫn hướng đường lên đồng thời nếu số lượng các tín hiệu chỉ đạo trực giao khả dụng (các chuỗi dẫn hướng đường lên) cho phép, để tiết kiệm tổng phí tổn dẫn hướng. Tốt hơn là, trong trường hợp mà cấu trúc mạng dịch pha kết nối hoàn toàn như được thể hiện trên Fig.2 được sử dụng trong mạng dịch pha 120 của trạm gốc 100, mỗi trong số liên kết tần số radio được kết nối với toàn bộ anten, và các tín hiệu của toàn bộ đường truyền có thể được thu. Trong trường hợp này, tất cả các thiết bị người dùng (các UE) được phục vụ bằng trạm gốc 100 có thể truyền các chuỗi dẫn hướng đường lên đồng thời, như vậy trạm gốc 100 có thể thực hiện dẫn hướng đường lên trên tất cả các thiết bị người dùng (các UE), và lựa chọn vector trọng số thu cho mỗi trong số thiết bị người dùng (các UE).

Theo khía cạnh khác, trong trường hợp mà cấu trúc mạng dịch pha kết nối một phần như được thể hiện trên Fig.3 được sử dụng trong mạng dịch pha 120

của trạm gốc 100, mỗi trong số liên kết tần số radio của trạm gốc 100 có thể được tạo cấu hình để thu các chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng tất cả các thiết bị người dùng (các UE) bằng cách sử dụng vector trọng số thu tương tự, và ước tính các kênh tương đương. Như được thể hiện trên Fig.8B, để chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng thiết bị người dùng UE 1 sử dụng vector trọng số w_1 cho lần thứ nhất, K_{RF} liên kết tần số radio của trạm gốc 100 thu chuỗi dẫn hướng đường lên bằng cách sử dụng từ mã f^1 như vector trọng số thu, và ước tính các hệ số kênh tương đương. Cho chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng thiết bị người dùng UE 1 sử dụng vector trọng số w_1 cho lần thứ hai, K_{RF} liên kết tần số radio của trạm gốc 100 thu chuỗi dẫn hướng đường lên bằng cách sử dụng từ mã f^2 , và ước tính các hệ số kênh tương đương, và v.v, đến khi ước tính được thực hiện cho tất cả Q từ mã của bảng mã F_c . Mặc dù phí tổn dẫn hướng trong trường hợp này lớn hơn phí tổn dẫn hướng trong trường hợp mà trạm gốc 100 được bố trí mạng dịch pha kết nối hoàn toàn, trường hợp cấu trúc mạng dịch pha kết nối một phần các ưu điểm nổi bật so sánh với cơ chế tìm kiếm toàn bộ.

Để dẫn hướng đường lên của thiết bị người dùng (UE), sau khi ước tính các kênh tương đương cho tất cả Q từ mã trong bảng mã chùm sóng F_c , trạm gốc 100 lựa chọn dựa vào kết quả ước tính vector trọng số thu đường lên cái mà cho phép chất lượng thu của chuỗi dẫn hướng đường lên đáp ứng điều kiện xác định trước. Tiêu chuẩn lựa chọn bao gồm: 1) tiêu chuẩn của cường độ tối đa của tín hiệu thu; và 2) tiêu chuẩn của tỷ số tín hiệu nhiễu tối đa. Hai tiêu chuẩn này lần lượt phù hợp với trường hợp mà thiết bị người dùng được bố trí liên kết tần số radio đơn và trường hợp mà thiết bị người dùng bố trí nhiều liên kết tần số radio.

Trong trường hợp mà thiết bị người dùng được bố trí liên kết tần số radio đơn, tiêu chuẩn của cường độ tối đa của tín hiệu thu được có thể được biểu diễn là:

$$\{f_{opt}\} = \arg \max \|f^T H w\| \quad s.t. f \in F_c,$$

trong đó f biểu thị vector trọng số thu ở phía trạm gốc sử dụng cho chuỗi dẫn hướng đường lên được truyền bằng thiết bị người dùng 100. Như được mô tả ở trên, f được lựa chọn từ các từ mã của bảng mã F_c . F_c biểu thị bảng mã chùm sóng tương tự được xác định trước trong trạm gốc 100. $H \in C^{M \times N}$ biểu thị ma trận kênh đường lên giữa thiết bị người dùng (UE) và trạm gốc 100 (N và M biểu thị số lượng anten bố trí ở thiết bị người dùng và số lượng anten bố trí ở trạm gốc, lần lượt), và w biểu thị vector trọng số truyền đường lên được sử dụng bằng thiết bị người dùng (UE).

Các giá trị của tập hợp các bộ dịch pha kết nối với đường truyền RF tương ứng thiết bị người dùng (UE) trong trạm gốc 100 có thể được tạo cấu hình dựa vào f_{opt} xác định ở trên, để truyền dữ liệu dùng cho thiết bị người dùng (UE) (được mô tả sau đây).

Trong trường hợp mà thiết bị người dùng (UE) được bố trí nhiều liên kết tần số radio, tiêu chuẩn tỷ số tín hiệu nhiều tối đa có thể được biểu diễn là:

$$\{f_{j,opt}\} = \arg \max \sum_{j=1}^{N_{RF}} \log_2(1 + \text{SIR}_j) \quad ,$$

trong đó $\text{SIR}_j = \frac{\|f_j^T H w_j\|}{\sum_{i \neq j} \|f_j^T H w_i\|} \quad s.t. f_j \in F_c$, N_{RF} biểu thị số lượng của các liên kết

tần số radio cấp đến thiết bị người dùng 100, và f_j biểu thị vector trọng số thu ở phía trạm gốc sử dụng cho liên kết tần số radio thứ j của thiết bị người dùng 100. Như được mô tả ở trên, f_j được lựa chọn từ các từ mã của bảng mã F_c . F_c biểu thị bảng mã chùm sóng tương tự được xác định trước trong trạm gốc 100. $H \in C^{M \times N}$ biểu thị ma trận kênh đường lên giữa thiết bị người dùng và trạm gốc 100, và w_j biểu thị vector trọng số truyền sử dụng bằng liên kết tần số radio thứ j của thiết bị người dùng 100.

Các giá trị của tập hợp các bộ dịch pha kết nối với liên kết tần số radio trong trạm gốc 100 mà tương ứng với liên kết tần số radio thứ j của thiết bị người dùng (UE) có thể được tạo cấu hình dựa vào $f_{j,opt}$ xác định ở trên, để truyền dữ liệu dùng cho thiết bị người dùng (được mô tả sau đây).

Trạm gốc 100 tính toán vectơ trọng số truyền đường xuống cho truyền thông dựa vào vectơ trọng số thu đường lên được xác định trong bước S608. Vì các đặc tính kênh của kênh đường lên và các đặc tính kênh của kênh đường xuống nghịch đảo nhau trong hệ thống phân chia thời gian (TDD), vectơ trọng số thu xác định có thể trực tiếp phục vụ như vectơ trọng số truyền. Trong hệ thống phân chia tần số (FDD), vectơ trọng số truyền đường xuống thu được bằng cách hiệu chỉnh vectơ trọng số thu đường lên.

Như được mô tả trong các bước S604 và S608, trong hệ thống FDD, cả hai thiết bị người dùng (UE) và trạm gốc 100 cần hiệu chỉnh vectơ trọng số thu xác định, để thu vectơ trọng số truyền, mà được mô tả dưới đây.

Nói chung, phương pháp hiệu chỉnh vectơ trọng số thu liên quan đến cấu hình anten và thiết kế bảng mã. Phương pháp hiệu chỉnh được mô tả dưới đây trong trường hợp giàn anten thống nhất tuyến tính thông thường cách nhau và thiết kế bảng mã biến đổi Fourier nhanh (FFT- Fast Fourier Transform).

Giả sử rằng các bước sóng của các sóng điện từ tương ứng với tần số đường lên và tần số đường xuống được biểu thị như λ_{up} và λ_{down} , một cách tương ứng, và khoảng cách anten được biểu thị như d . Bảng mã FFT được mô tả theo bảng mã ma trận $C \in C^{N_a \times N_c}$, và mỗi cột trong ma trận biểu thị vectơ trọng số thu/truyền. N_a biểu thị số lượng các anten, và N_c biểu thị số bảng mã. Giá trị của yếu tố trong hàng thứ i và cột thứ m được biểu thị như:

$$[C]_{i,m} = j^{\left\lfloor \frac{i \times ((m+N_c/2) \bmod N_c)}{N_c/4} \right\rfloor}.$$

Dưới điều kiện ở trên, trong trường hợp mà vectơ trọng số thu đường

xuống được xác định bằng thiết bị người dùng 100 trong bước S603 là cột thứ (k_{down}) của bảng mã ma trận, thiết bị người dùng 100 lựa chọn cột thứ (k_{up}) trong bảng mã ma trận như vector trọng số truyền cho đường lên trong bước S604. k_{up} được mô tả trong phương trình sau đây:

$$k_{up} = \begin{cases} k_{down} \cdot \frac{\lambda_{down}}{\lambda_{up}}, k_{down} \leq N_c / 2 \\ N_c - (N_c - k_{down}) \cdot \frac{\lambda_{down}}{\lambda_{up}}, k_{down} > N_c / 2 \end{cases}.$$

Ngoài ra, trong trường hợp mà vector trọng số thu đường lên được xác định bằng trạm gốc 100 trong bước S607 là cột thứ (k_{up}) của bảng mã ma trận, trạm gốc 100 lựa chọn cột thứ (k_{down}) trong bảng mã ma trận như vector trọng số truyền cho đường xuống trong bước S608. k_{down} được mô tả trong phương trình sau đây:

$$k_{down} = \begin{cases} k_{up} \cdot \frac{\lambda_{up}}{\lambda_{down}}, k_{up} \leq N_c / 2 \\ N_c - (N_c - k_{up}) \cdot \frac{\lambda_{up}}{\lambda_{down}}, k_{up} > N_c / 2 \end{cases}.$$

Sau khi trạm gốc 100 thu được vector trọng số truyền đường xuống trong bước S608, quy trình dẫn hướng đường lên kết thúc. Trạm gốc 100 thực hiện xử lý tiền mã hóa kỹ thuật số trong bước S609.

Trạm gốc 100 thứ nhất ước tính ma trận kênh tương đương. Bình phương nhỏ nhất (LS) ước tính cho yếu tố thứ (i, j) trong ma trận kênh tương đương được biểu diễn như:

$$[H_{eq}]_{i,j} = w_{i,opt}^T H_i f_{j,opt} = f_{j,opt}^T H_i^T w_{i,opt} = \frac{y_j \Phi_i^H}{\Phi_i \Phi_i^H}, 1 \leq i, j \leq K,$$

trong đó $f_{j,opt}$ biểu thị vector trọng số thu đường lên được sử dụng bằng trạm

gốc 100, và y_j biểu thị chuỗi tín hiệu thu được trong trường hợp mà $f_{j,opt}$ được sử dụng bằng trạm gốc 100. $w_{i,opt}$ biểu thị vector đường lên tối ưu thu được bằng thiết bị người dùng thứ i (giả sử rằng thiết bị người dùng được bố trí liên kết tần số radio đơn) trong dẫn hướng pha đường xuống, H_i biểu thị ma trận kênh đường xuống giữa trạm gốc và thiết bị người dùng thứ i, và Φ_i biểu thị tín hiệu chỉ đạo trực giao được sử dụng bằng thiết bị người dùng thứ i.

Trạm gốc 100 tính toán ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B sử dụng thuật toán ép không (ZF). Ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B có thể được biểu diễn là:

$$B = H_{eq}^H (H_{eq} H_{eq}^H)^{-1} \Lambda,$$

trong đó Λ biểu thị ma trận đường chéo thể hiện cường độ truyền trong số các thiết bị người dùng.

Qua xử lý ở trên, trạm gốc 100 thu được ma trận tiền mã hóa kỹ thuật số B, và do đó có thể thực hiện tiền mã hóa kỹ thuật số trên K dòng dữ liệu. Theo khía cạnh khác, trạm gốc 100 thu được các vector trọng số truyền đường xuống cho tất cả các thiết bị người dùng (các UE) (hoặc các liên kết tần số radio của chúng), đó là, thu được ma trận tiền mã hóa tương tự F, và do đó trạm gốc 100 có thể cấu hình các giá trị của các bộ dịch pha trong mạng dịch pha tương tự 120. Với cấu hình ở trên, trạm gốc 100 có thể truyền dữ liệu thực tế (khác với chuỗi dẫn hướng) đến thiết bị người dùng (UE) trong bước S610. Do đó, thiết bị người dùng (UE) có thể đồng thời thu được dữ liệu thực tế sử dụng vector trọng số thu được xác định trong bước S603.

Nên được lưu ý rằng, mặc dù được mô tả trong mô tả của quy trình như được thể hiện trên Fig.6 là các bước được thực hiện bằng trạm gốc 100 và thiết bị người dùng (UE) cho mục đích rõ ràng, có thể dễ dàng hiểu được bởi những người có kỹ năng trong lĩnh vực mà xử lý hoặc tính toán trong các bước có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 130 của trạm gốc 100 hoặc bộ xử lý 420, 510 của thiết bị người dùng (UE).

Xử lý dẫn hướng chùm sóng như được thể hiện trên Fig.6 có thể được áp dụng vào dẫn hướng định kỳ giữa trạm gốc 100 và thiết bị người dùng (UE), đó là, trạm gốc 100 khai báo định kỳ thiết bị người dùng (UE) của dẫn hướng thông tin đường xuống (như được mô tả trong bước S601), để bắt đầu quy trình dẫn hướng. Fig.9 thể hiện quy trình dẫn hướng chùm sóng dẫn hướng không định kỳ.

Như được thể hiện trên Fig.9, thiết bị người dùng 100 đo chất lượng kênh trong bước S901. Trong trường hợp mà chất lượng kênh đo được thấp hơn ngưỡng xác định trước, thiết bị người dùng 100 truyền yêu cầu dẫn hướng đến trạm gốc 100 trong bước S902. Để đáp lại yêu cầu từ thiết bị người dùng (UE), tương tự bước S601, trạm gốc 100 phát dẫn hướng thông tin đường xuống đến thiết bị người dùng trong bước S903, để bắt đầu quy trình dẫn hướng. Các bước tiếp theo S904 đến S912 giống như các bước S602 đến S610 trên Fig.6, do đó được bỏ qua ở đây.

Các phương án của sáng chế được mô tả chi tiết ở trên kết hợp với các bản vẽ. Theo sáng chế, trạm gốc phát chuỗi dẫn hướng đường xuống trong quy trình dẫn hướng đường xuống, và tất cả các thiết bị người dùng có thể tham gia dẫn hướng đồng thời. Số lượng yêu cầu của các cặp thăm dò (NPP) là P, và P là kích cỡ bảng mã chùm sóng trong thiết bị người dùng. Trong quy trình dẫn hướng đường lên, tất cả các thiết bị người dùng có các chuỗi dẫn hướng đường lên trực giao có thể tham gia dẫn hướng đồng thời, và K_{RF} liên kết tần số radio cấp đến trạm gốc có thể đồng thời ước tính các kênh tương đương cho các từ mã khác nhau. Như vậy, số lượng yêu cầu của các cặp thăm dò là Q/K_{RF} , trong đó Q là kích cỡ bảng mã chùm sóng trong trạm gốc. Do đó, độ phức tạp tổng thể của cơ chế dẫn hướng chùm sóng trong sáng chế là $Q/K_{RF}+P$, và độ phức tạp không tăng với sự gia tăng số lượng người dùng. Do đó, cơ chế dẫn hướng chùm sóng trong sáng chế phù hợp với hệ thống truyền thông sóng milimet đa người dùng. Ngoài ra, hoạt động phản hồi của thiết bị người dùng liên quan đến trạm gốc là không bắt buộc theo cơ chế dẫn hướng chùm sóng của sáng chế.

Fig.10A và Fig.10B thể hiện các tỷ lệ có thể đạt được đường xuống trung bình của các người dùng được thực hiện bằng cơ chế dẫn hướng chùm sóng nhanh chóng cho đa người dùng trong sáng chế, cơ chế tìm kiếm toàn bộ và cơ chế phản hồi một lần dưới các điều kiện kênh khác nhau. Trên Fig.10A và Fig.10B, trục hoành biểu thị tỷ số tín hiệu trên nhiễu, trục tung biểu thị tỷ lệ có thể đạt được đường xuống trung bình, N_{cl} biểu thị số lượng các cụm tán xạ trong kênh, N_{ray} biểu thị số lượng đường truyền phụ được bao gồm trong mỗi cụm tán xạ, τ biểu thị độ dài của chuỗi dẫn hướng. Có thể thấy từ Fig.10A và Fig.10B rằng trong trường hợp mà số lượng các đối tượng tán xạ trong kênh sóng milimet là nhỏ (đó là, kênh thưa), hiệu suất của cơ chế dẫn hướng chùm sóng nhanh chóng cho đa người dùng và cơ chế phản hồi một lần gần đạt hiệu suất tối ưu của cơ chế tìm kiếm toàn bộ. Với sự gia tăng số lượng các đối tượng tán xạ trong kênh, theo đó hiệu suất hao hụt nhỏ theo cơ chế dẫn hướng chùm sóng nhanh chóng cho đa người dùng và cơ chế phản hồi một lần, nhưng hiệu suất của cơ chế dẫn hướng chùm sóng của sáng chế vẫn tốt hơn hiệu suất của cơ chế phản hồi một lần. Ngoài ra, với sự gia tăng của tỷ số tín hiệu trên nhiễu, hiệu suất của cơ chế dẫn hướng chùm sóng của sáng chế trong điều kiện nhiễu nhanh chóng hội tụ hiệu suất trong điều kiện không bị nhiễu, đó là, giới hạn trên của hiệu suất của cơ chế dẫn hướng chùm sóng.

Sáng chế có thể được áp dụng vào các sản phẩm khác nhau. Ví dụ, trạm gốc trong các phương án được mô tả ở trên có thể được thực hiện như bất kỳ loại nút B (eNB), chẳng hạn như là eNB vĩ mô và eNB vi mô. eNB vi mô chẳng hạn như là eNB một phần triệu triệu, vi eNB và eNB tại nhà (femto-cell) có thể có phạm vi phủ sóng nhỏ hơn loại vĩ mô. Ngoài ra, trạm gốc cũng có thể được thực hiện như bất kỳ loại nào khác của trạm gốc, chẳng hạn như là NodeB và trạm thu phát sóng (BTS). Trạm gốc có thể bao gồm phần chính (cũng được gọi là thiết bị trạm gốc) được tạo cấu hình để điều khiển truyền thông không dây; và một hoặc nhiều đầu radio từ xa (RRHs) được bố trí ở vị trí khác với phần chính. Ngoài ra, các loại thiết bị đầu cuối có thể hoạt động như trạm gốc tạm thời hoặc bán liên tục thực hiện chức năng của trạm gốc.

Theo khía cạnh khác, thiết bị người dùng trong các phương án được mô tả ở trên có thể được hoạt động như ví dụ thiết bị đầu cuối truyền thông (chẳng hạn như là điện thoại thông minh, máy tính bảng cá nhân (PC), PC xách tay, thiết bị đầu cuối trò chơi di động, bộ định tuyến di động có thể mang đi/khóa điện tử và thiết bị camera kỹ thuật số) hoặc thiết bị đầu cuối tích hợp trên bộ mạch chủ (chẳng hạn như là thiết bị đầu cuối dẫn đường xe ô tô). Thiết bị người dùng cũng có thể được thực hiện như thiết bị đầu cuối để thực hiện truyền thông máy-đến-máy (M2M), cái mà cũng được gọi như thiết bị đầu cuối truyền thông kiểu máy (MTC). Ngoài ra, thiết bị người dùng có thể là môđun truyền thông không dây (chẳng hạn như là môđun mạch tích hợp bao gồm một lát) được cài đặt trên mỗi thiết bị đầu cuối được mô tả ở trên.

Ngoài ra, bộ xử lý trong sáng chế có thể được hoạt động như bộ xử lý dải dữ liệu gốc hoặc kết hợp của bộ xử lý dải dữ liệu gốc và bộ xử lý mục đích chung, ví dụ, bộ xử lý trung tâm (CPU) hoặc bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (DSP).

Các loại thiết bị hoặc các môđun được mô tả ở đây có thể chỉ hợp lý và không hoàn toàn tương ứng với các thiết bị vật lý hoặc lắp ráp. Ví dụ, chức năng của mỗi trong số các môđun được mô tả ở đây có thể được thực hiện bằng nhiều thiết bị vật lý, hoặc, các chức năng của nhiều môđun được mô tả ở đây có thể được thực hiện bằng thiết bị vật lý. Ngoài ra, nên được lưu ý rằng các đặc tính, thành phần, yếu tố, bước hoặc tương tự được mô tả trong phương án của sáng chế không bị giới hạn trong phương án, và có thể được áp dụng vào phương án khác, ví dụ, có thể được thay thế cho hoặc kết hợp với các đặc tính, thành phần, yếu tố, bước hoặc tương tự cụ thể trong phương án khác của sáng chế.

Chuỗi xử lý được thực hiện bởi mỗi thiết bị hoặc môđun trong các phương án ở trên có thể được thực hiện với phần mềm, phần cứng hoặc sự kết hợp của chúng. Các chương trình được bao gồm trong phần mềm có thể được lưu trữ trong, ví dụ, bộ nhớ được sắp xếp trong hoặc ngoài thiết bị từ trước. Như một ví dụ, trong khi thực hiện, các chương trình được lưu vào bộ nhớ truy cập tạm thời (RAM) và được thực hiện bởi bộ xử lý (chẳng hạn như là CPU).

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình mẫu của phần cứng máy tính để thực hiện xử lý ở trên theo chương trình.

Trong máy tính 1100, bộ xử lý trung tâm (CPU) 1101, bộ nhớ chỉ đọc (ROM) 1102 và bộ nhớ truy cập tạm thời (RAM) 1103 được kết nối với nhau qua kênh truyền 1104.

Giao diện đầu vào đầu ra 1105 còn được kết nối với kênh truyền 1104. Các thành phần sau được kết nối với giao diện đầu vào đầu ra 1105: thiết bị nhập vào 1106 là bàn phím, chuột, mic và tương tự; thiết bị xuất ra 1107 là màn hình hiển thị, loa và tương tự; bộ lưu trữ 1108 là đĩa cứng, bộ nhớ không khả biến và tương tự; thiết bị truyền thông 1109 là các giao diện mạng (chẳng hạn như là các mạng cục bộ (LAN) và môdem); và bộ điều khiển 1110 để điều khiển các thiết bị có thể tháo lắp 1111 chẳng hạn như là ổ đĩa từ, ổ đĩa quang, ổ đĩa quang từ hoặc bộ nhớ bán dẫn.

Trong máy tính có cấu trúc ở trên, CPU 1101 tải các chương trình lưu trong thiết bị lưu trữ 1108 vào RAM 1103 qua giao diện đầu vào đầu ra 1105 và kênh truyền 1104, và thực thi các chương trình thực hiện chuỗi xử lý ở trên.

Các chương trình được thực thi bởi máy tính (CPU 1101) có thể được ghi trên các thiết bị có thể tháo lắp 1111 được tạo ra dưới dạng ổ đĩa từ (bao gồm đĩa mềm), đĩa compac (bao gồm bộ nhớ chỉ đọc đĩa compac (CD-ROM), đĩa đa năng kỹ thuật số (DVD) và tương tự), ổ đĩa quang từ hoặc bộ nhớ bán dẫn ví dụ. Ngoài ra, các chương trình được thực thi bởi máy tính (CPU 1101) cũng có thể được thực thi qua thiết bị truyền có dây hoặc không dây chẳng hạn như là LAN, mạng Internet hoặc vệ tinh phát sóng kỹ thuật số.

Trong trường hợp mà các thiết bị có thể tháo lắp 1111 được bố trí trong bộ điều khiển 1110, các chương trình có thể được tải vào thiết bị lưu trữ 1108 qua giao diện đầu vào đầu ra 1105. Ngoài ra, các chương trình có thể được thu bởi thiết bị truyền thông 1109 qua thiết bị truyền có dây hoặc không dây, và được tải vào thiết bị lưu trữ 1108. Ngoài ra, các chương trình có thể được tải từ trước vào ROM 1102 hoặc thiết bị lưu trữ 1108.

Các chương trình được thực thi bởi máy tính có thể thực thi các quy trình trong chuỗi như mô tả trong đặc điểm kỹ thuật, hoặc có thể thực thi các quy trình đồng thời hoặc thực thi quy trình khi cần thiết (ví dụ, khi được gọi).

Các phương án và các hiệu suất kỹ thuật của sáng chế được mô tả chi tiết ở trên kết hợp với các bản vẽ. Tuy nhiên, phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở đó. Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật nên hiểu rằng, các cải biến hoặc thay đổi có thể thực hiện trên các phương án được đề cập sau đây mà không vượt ra khỏi các nguyên tắc và bản chất của sáng chế, tùy thuộc vào yêu cầu thiết kế và các yếu tố khác. Phạm vi sáng chế được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ bổ sung hoặc tương tự.

Ngoài ra, sáng chế có thể được tạo cấu hình như sau đây.

Thiết bị phía thu trong hệ thống truyền thông bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định các tham số trọng số tương tự cho nhiều anten của thiết bị phía thu dựa vào sự thu nhận chuỗi chung từ phía truyền bởi thiết bị phía thu; xác định cấu hình anten để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số tương tự, để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tới phía truyền.

Hệ thống truyền thông bao gồm nhiều thiết bị phía thu, mỗi trong số chúng có tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với nó, trong đó lần lượt các tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với lần lượt các thiết bị phía thu là trực giao với nhau.

Lần lượt các tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với lần lượt các thiết bị phía thu được truyền tới phía truyền đồng thời.

Tín hiệu hướng dẫn được xác định trước là tín hiệu tham chiếu thăm dò.

Tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với thiết bị phía thu được tạo cấu hình cho thiết bị phía thu bởi phía truyền.

Các tham số trọng số tương tự chỉ báo mẫu giá trị cho nhiều bộ dịch pha được kết nối với nhiều anten.

Việc xác định các tham số trọng số tương tự dựa vào sự thu nhận chuỗi chung từ phía truyền bởi thiết bị phía thu bao gồm: thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha được kết nối với nhiều anten theo các mẫu giá trị khác nhau, để thu chuỗi chung; và xác định các tham số trọng số tương tự dựa vào mẫu các giá trị của nhiều bộ dịch pha, với các giá trị nào chất lượng thu của chuỗi chung đáp ứng điều kiện xác định trước có thể đạt được.

Chuỗi chung được truyền một cách lặp lại bởi phía truyền vài lần trong khoảng thời gian thứ nhất, và một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để, liên quan đến chuỗi chung trong các việc truyền tương ứng, thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha theo các mẫu giá trị khác nhau, để thu một cách tương ứng chuỗi chung trong các việc truyền tương ứng.

Một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha dựa vào các tham số trọng số tương tự được xác định, để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tới phía truyền ít nhất một lần trong khoảng thời gian thứ hai.

Thiết bị phía thu hoạt động như thiết bị đầu cuối truyền thông, và thiết bị phía thu ngoài ra còn bao gồm: nhiều anten được tạo cấu hình để thu chuỗi chung và truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước; một hoặc nhiều liên kết tần số radio được tạo cấu hình để được kết nối với nhiều anten qua nhiều bộ dịch pha; và bộ lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã chùm sóng, trong đó mẫu giá trị cho tập hợp các bộ dịch pha kết nối với một liên kết tần số radio tương ứng với một từ mã trong bảng mã chùm sóng, trong đó nhiều anten còn được tạo cấu hình để thu chỉ dẫn điều khiển từ phía truyền, chỉ dẫn điều khiển bao gồm ít nhất một trong số các tham số điều khiển sau đây: khoảng thời gian thứ nhất, số lần lặp lại việc truyền chuỗi chung, khoảng thời gian thứ hai, và số lần truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước, trong đó số lần lặp lại việc truyền chuỗi chung liên quan đến kích cỡ bảng mã chùm sóng.

Các mẫu giá trị cho các thiết đặt tương ứng của các bộ dịch pha kết nối với các liên kết tần số radio tương ứng được thiết đặt theo cách giống nhau, để

truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tới phía truyền.

Một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định các tham số trọng số tương tự theo tiêu chuẩn của cường độ tối đa của tín hiệu thu được hoặc tiêu chuẩn của tỷ số tín hiệu nhiễu tối đa.

Một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để hiệu chỉnh các tham số trọng số tương tự được xác định, và xác định cấu hình anten để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước dựa vào các tham số trọng số tương tự được hiệu chỉnh.

Thiết bị phía truyền trong mạng truyền thông bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: tạo ra chuỗi chung để được truyền đến nhiều thiết bị phía thu; liên quan đến mỗi trong số nhiều thiết bị phía thu, xác định các tham số trọng số tương tự cho nhiều anten của thiết bị phía truyền, dựa vào sự thu nhận của tín hiệu hướng dẫn được xác định trước từ thiết bị phía thu, trong đó tín hiệu hướng dẫn được xác định trước được truyền bởi thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số truyền đa anten của thiết bị phía thu, và các tham số trọng số truyền đa anten được xác định bởi thiết bị phía thu dựa vào sự thu nhận chuỗi chung.

Một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định cấu hình anten để truyền dữ liệu trực tiếp đến thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số tương tự được xác định, để truyền dữ liệu đến thiết bị phía thu.

Chuỗi chung được phát rộng đến nhiều thiết bị phía thu vài lần.

Chuỗi chung tương ứng với tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh.

Các tham số trọng số tương tự chỉ báo mẫu giá trị cho nhiều bộ dịch pha được kết nối với nhiều anten của thiết bị phía truyền.

Việc xác định các tham số trọng số tương tự cho nhiều anten của thiết bị phía truyền dựa vào sự thu nhận của tín hiệu hướng dẫn được xác định trước từ thiết bị phía thu bao gồm: thiết đặt giá trị của nhiều bộ dịch pha theo các mẫu

giá trị khác nhau, để thu tín hiệu hướng dẫn được xác định trước; và xác định các tham số trọng số tương tự dựa vào mẫu các giá trị của các bộ dịch pha, với các giá trị nào chất lượng thu của tín hiệu hướng dẫn được xác định trước đáp ứng điều kiện xác định trước có thể đạt được.

Một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện điều khiển để truyền chuỗi chung lặp lại vài lần trong khoảng thời gian thứ nhất, theo đó thiết bị phía thu xác định các tham số trọng số truyền đa anten dựa vào sự thu nhận chuỗi chung truyền vài lần.

Một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để, liên quan đến tín hiệu hướng dẫn được xác định trước truyền bởi thiết bị phía thu ít nhất một lần trong khoảng thời gian thứ hai, thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha theo các mẫu giá trị khác nhau, để thu một cách tương ứng các tín hiệu hướng dẫn được xác định trước trong các việc truyền tương ứng.

Thiết bị phía truyền hoạt động như trạm gốc, và thiết bị phía truyền ngoài ra còn bao gồm: nhiều anten được tạo cấu hình để truyền chuỗi chung và thu tín hiệu hướng dẫn được xác định trước; nhiều liên kết tần số radio được tạo cấu hình để được kết nối với nhiều anten qua nhiều bộ dịch pha; và bộ lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã chùm sóng, trong đó mẫu giá trị cho tập hợp các bộ dịch pha kết nối với một liên kết tần số radio tương ứng với một từ mã trong bảng mã chùm sóng, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra chỉ dẫn điều khiển cho thiết bị phía thu, chỉ dẫn điều khiển bao gồm ít nhất một trong số các tham số điều khiển sau đây: khoảng thời gian thứ nhất, số lần lặp lại việc truyền chuỗi chung, khoảng thời gian thứ hai, và số lần truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước, và trong đó số lần truyền lặp lại tín hiệu hướng dẫn được xác định trước liên quan đến cỡ bảng mã chùm sóng.

Một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để hiệu chỉnh các tham số trọng số tương tự được xác định, và xác định cấu hình anten để truyền dữ liệu dựa vào các tham số trọng số tương tự được hiệu chỉnh.

Thiết bị phía thu trong hệ thống truyền thông bao gồm: môđun tham số trọng số tương tự xác định được tạo cấu hình để xác định các tham số trọng số tương tự cho nhiều anten của thiết bị phía thu dựa vào sự thu nhận chuỗi chung từ phía truyền bởi thiết bị phía thu; môđun cấu hình anten được tạo cấu hình để xác định cấu hình anten để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số tương tự, để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tới phía truyền.

Môđun tham số trọng số tương tự xác định còn được tạo cấu hình để: thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha được kết nối với nhiều anten theo các mẫu giá trị khác nhau, để thu chuỗi chung; và xác định các tham số trọng số tương tự dựa vào mẫu các giá trị của nhiều bộ dịch pha, với các giá trị nào chất lượng thu của chuỗi chung đáp ứng điều kiện xác định trước có thể đạt được.

Chuỗi chung được truyền một cách lặp lại bởi phía truyền vài lần, và môđun tham số trọng số tương tự xác định còn được tạo cấu hình để, liên quan đến chuỗi chung trong các việc truyền tương ứng, thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha theo các mẫu giá trị khác nhau, để thu một cách tương ứng các chuỗi chung trong các việc truyền tương ứng.

Môđun cấu hình anten còn được tạo cấu hình để thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha dựa vào các tham số trọng số tương tự được xác định, để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tới phía truyền ít nhất một lần.

Môđun cấu hình anten còn được tạo cấu hình để thiết đặt các mẫu giá trị cho các thiết đặt tương ứng của các bộ dịch pha kết nối với các liên kết tần số radio tương ứng theo cách giống nhau, để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tới phía truyền.

Môđun tham số trọng số tương tự xác định còn được tạo cấu hình để xác định các tham số trọng số tương tự theo tiêu chuẩn của cường độ tối đa của tín hiệu thu được hoặc tiêu chuẩn của tỷ số tín hiệu nhiễu tối đa.

Thiết bị phía thu ngoài ra còn bao gồm môđun hiệu chỉnh được tạo cấu hình để hiệu chỉnh các tham số trọng số tương tự được xác định, và môđun cấu

hình anten còn được tạo cấu hình để xác định cấu hình anten để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước dựa vào các tham số trọng số tương tự được hiệu chỉnh.

Thiết bị phía truyền trong mạng truyền thông bao gồm: chuỗi chung tạo ra môđun được tạo cấu hình để tạo ra chuỗi chung để được truyền đến nhiều thiết bị phía thu; môđun tham số trọng số tương tự xác định được tạo cấu hình để, liên quan đến mỗi trong số nhiều thiết bị phía thu, xác định các tham số trọng số tương tự cho nhiều anten của thiết bị phía truyền, dựa vào sự thu nhận của tín hiệu hướng dẫn được xác định trước từ thiết bị phía thu, trong đó tín hiệu hướng dẫn được xác định trước được truyền bởi thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số truyền đa anten của thiết bị phía thu, và các tham số trọng số truyền đa anten được xác định bởi thiết bị phía thu dựa vào sự thu nhận chuỗi chung.

Thiết bị phía truyền ngoài ra còn bao gồm môđun cấu hình anten được tạo cấu hình để xác định cấu hình anten để truyền dữ liệu trực tiếp đến thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số tương tự được xác định, để truyền dữ liệu đến thiết bị phía thu.

Môđun tham số trọng số tương tự xác định còn được tạo cấu hình để thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha theo các mẫu giá trị khác nhau, để thu tín hiệu hướng dẫn được xác định trước; và xác định các tham số trọng số tương tự dựa vào mẫu các giá trị của các bộ dịch pha, với các giá trị nào chất lượng thu của tín hiệu hướng dẫn được xác định trước đáp ứng điều kiện xác định trước có thể đạt được.

Môđun tham số trọng số tương tự xác định còn được tạo cấu hình để, liên quan đến tín hiệu hướng dẫn được xác định trước truyền bởi thiết bị phía thu ít nhất một lần, thiết đặt các giá trị của nhiều bộ dịch pha theo các mẫu giá trị khác nhau, để thu một cách tương ứng các tín hiệu hướng dẫn được xác định trước trong các việc truyền tương ứng.

Thiết bị phía truyền ngoài ra còn bao gồm chỉ dẫn điều khiển tạo ra

môđun được tạo cấu hình để tạo ra chỉ dẫn điều khiển cho thiết bị phía thu, trong đó chỉ dẫn điều khiển bao gồm ít nhất một trong số các tham số điều khiển sau đây: khoảng thời gian để truyền chuỗi chung, số lần lặp lại việc truyền chuỗi chung, khoảng thời gian để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước, và số lần truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước.

Thiết bị phía truyền ngoài ra còn bao gồm môđun hiệu chỉnh được tạo cấu hình để hiệu chỉnh các tham số trọng số tương tự được xác định, và môđun cấu hình anten còn được tạo cấu hình để xác định cấu hình anten để truyền dữ liệu dựa vào các tham số trọng số tương tự được hiệu chỉnh.

Phương pháp dẫn hướng trong hệ thống truyền thông bao gồm: tạo ra, bởi thiết bị phía truyền, chuỗi chung để được truyền đến nhiều thiết bị phía thu; xác định, bởi mỗi trong số nhiều thiết bị phía thu, các tham số trọng số tương tự thứ nhất dựa vào sự thu nhận chuỗi chung; xác định, bởi mỗi trong số nhiều thiết bị phía thu, cấu hình anten để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước tương ứng với thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số tương tự thứ nhất được xác định, để truyền tín hiệu hướng dẫn được xác định trước đến thiết bị phía truyền; xác định, bởi thiết bị phía truyền, các tham số trọng số tương tự thứ hai cho thiết bị phía thu dựa vào sự thu nhận của tín hiệu hướng dẫn được xác định trước; và xác định, bởi thiết bị phía truyền, cấu hình anten để truyền dữ liệu trực tiếp đến thiết bị phía thu dựa vào các tham số trọng số tương tự thứ hai được xác định, để truyền dữ liệu đến thiết bị phía thu.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị người dùng (User Equipment, UE) trong hệ thống truyền thông, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định vector trọng số thu đường xuống cho các anten của UE dựa trên việc thu của chuỗi chung từ Trạm gốc (Base Station, BS) trong hệ thống truyền thông, vector trọng số thu đường xuống được xác định theo tiêu chí làm tối đa hóa công suất tín hiệu thu được hoặc tiêu chí làm tối đa hóa tỷ số tín hiệu trên nhiễu; và

xác định, dựa trên vector trọng số thu đường xuống, vector trọng số truyền đường lên để truyền Tín hiệu tham chiếu thăm dò (Sounding Reference Signal, SRS) tương ứng với UE để truyền SRS đến BS, trong đó các anten còn được tạo cấu hình để thu một hoặc nhiều lệnh điều khiển từ BS, một hoặc nhiều lệnh điều khiển bao gồm ít nhất một trong số các tham số điều khiển sau:

khoảng thời gian thứ nhất để truyền chuỗi chung, số lần truyền chuỗi chung, khoảng thời gian thứ hai để truyền SRS, và số lần truyền SRS.

2. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 1, trong đó vector trọng số thu đường xuống chỉ báo kiểu giá trị của các bộ dịch pha được kết nối với các anten.

3. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 2, trong đó bước xác định vector trọng số thu đường xuống dựa trên việc thu chuỗi chung từ BS trong hệ thống truyền thông bao gồm:

thiết đặt các giá trị của các bộ dịch pha được kết nối với các anten theo các kiểu giá trị khác nhau, để thu chuỗi chung, và xác định vector trọng số thu đường xuống dựa trên kiểu của các giá trị của các bộ dịch pha, mà các giá trị với chất lượng thu của chuỗi chung mà thỏa mãn điều kiện được định trước có thể được

thu nhận.

4. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 3, trong đó chuỗi chung được truyền lặp lại nhiều lần bởi BS trong khoảng thời gian thứ nhất, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để, đối với chuỗi chung được truyền trong các lần truyền tương ứng, thiết đặt các giá trị của các bộ dịch pha theo các kiểu giá trị khác nhau để thu chuỗi chung một cách tương ứng được truyền trong các lần truyền tương ứng.

5. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 4, UE này còn bao gồm:

các anten được tạo cấu hình để thu chuỗi chung và truyền tín hiệu hoa tiêu được định trước;

một hoặc nhiều liên kết tần số vô tuyến (Radio Frequency, RF) được tạo cấu hình để kết nối với các anten qua các bộ dịch pha; và

bộ lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ sách mã tạo chùm sóng, trong đó kiểu giá trị của tập các bộ dịch pha được kết nối với một liên kết RF tương ứng với một từ mã trong sách mã tạo chùm sóng, trong đó số lần truyền lặp lại chuỗi chung liên quan đến kích cỡ của sách mã tạo chùm sóng.

6. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 3, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thiết đặt các giá trị của các bộ dịch pha dựa trên vector trọng số thu đường xuống được xác định, để truyền SRS đến BS ít nhất một lần trong khoảng thời gian thứ hai.

7. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 6, UE này còn bao gồm:

các anten được tạo cấu hình để thu chuỗi chung và truyền tín hiệu hoa tiêu được định trước;

một hoặc nhiều liên kết tần số vô tuyến (Radio Frequency, RF) được tạo cấu hình để kết nối với các anten qua các bộ dịch pha; và

bộ lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ sách mã tạo chùm sóng, trong đó kiểu giá trị của tập các bộ dịch pha được kết nối với một liên kết RF tương ứng với một từ mã trong sách mã tạo chùm sóng, trong đó số lần truyền lặp lại chuỗi chung liên quan đến kích cỡ của sách mã tạo chùm sóng.

8. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 3, UE này còn bao gồm:

các anten được tạo cấu hình để thu chuỗi chung và truyền tín hiệu hoa tiêu được định trước;

một hoặc nhiều liên kết tần số vô tuyến (Radio Frequency, RF) được tạo cấu hình để kết nối với các anten qua các bộ dịch pha; và

bộ lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ sách mã tạo chùm sóng, trong đó kiểu giá trị của tập các bộ dịch pha được kết nối với một liên kết RF tương ứng với một từ mã trong sách mã tạo chùm sóng, trong đó số lần truyền lặp lại chuỗi chung liên quan đến kích cỡ của sách mã tạo chùm sóng.

9. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 8, trong đó các kiểu giá trị của các tập bộ dịch pha tương ứng được kết nối với các liên kết RF tương ứng được thiết lập theo cùng cách thức để truyền SRS đến BS.

10. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chỉnh sửa vector trọng số thu đường xuống được xác định, và xác định vector trọng số truyền đường lên để truyền SRS dựa trên vector trọng số thu đường xuống được chỉnh sửa.

Fig.1

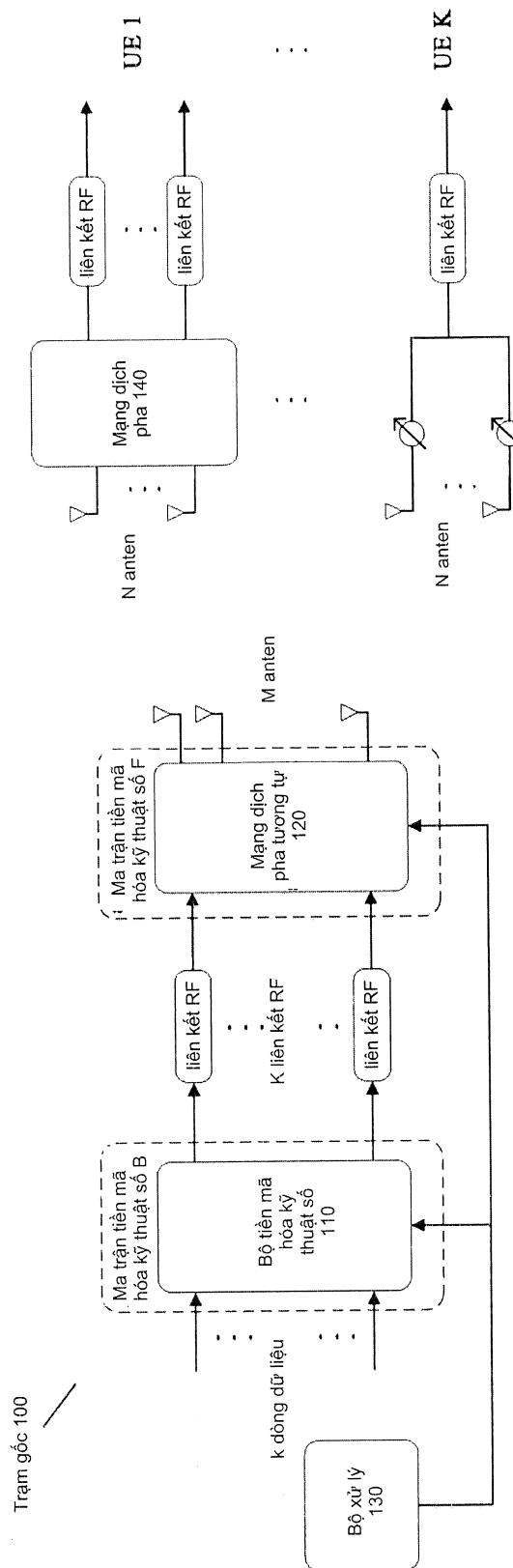


Fig.2

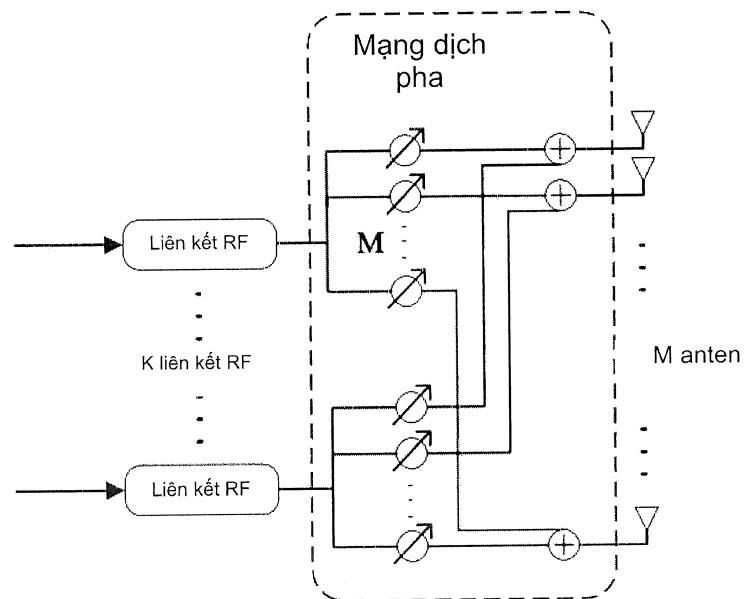


Fig.3

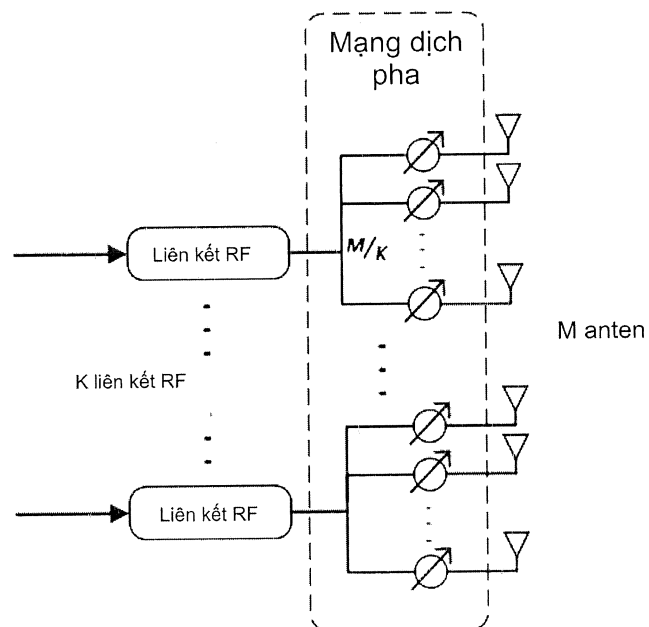


Fig.4

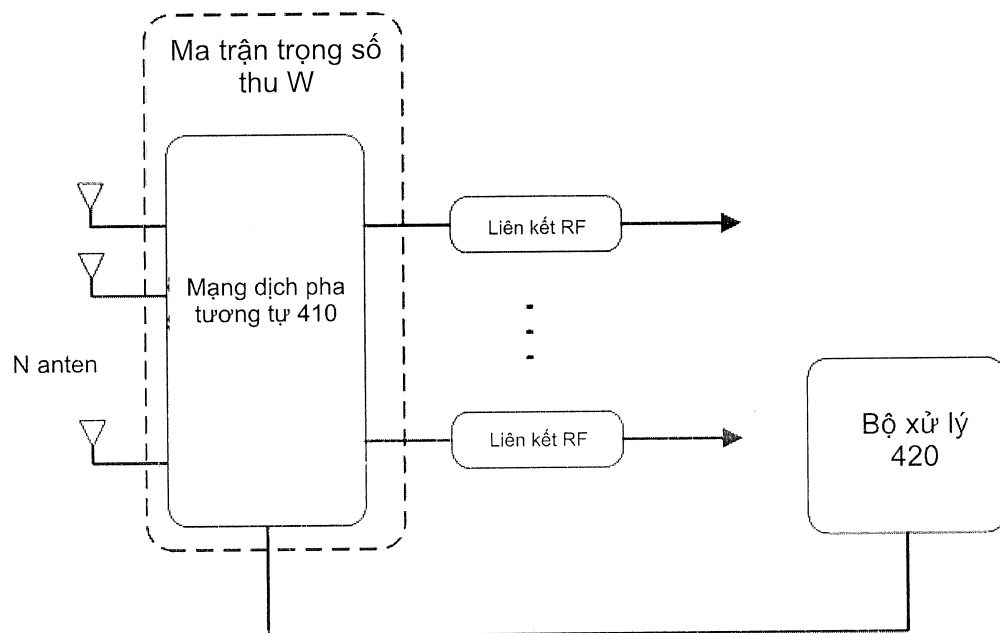


Fig.5

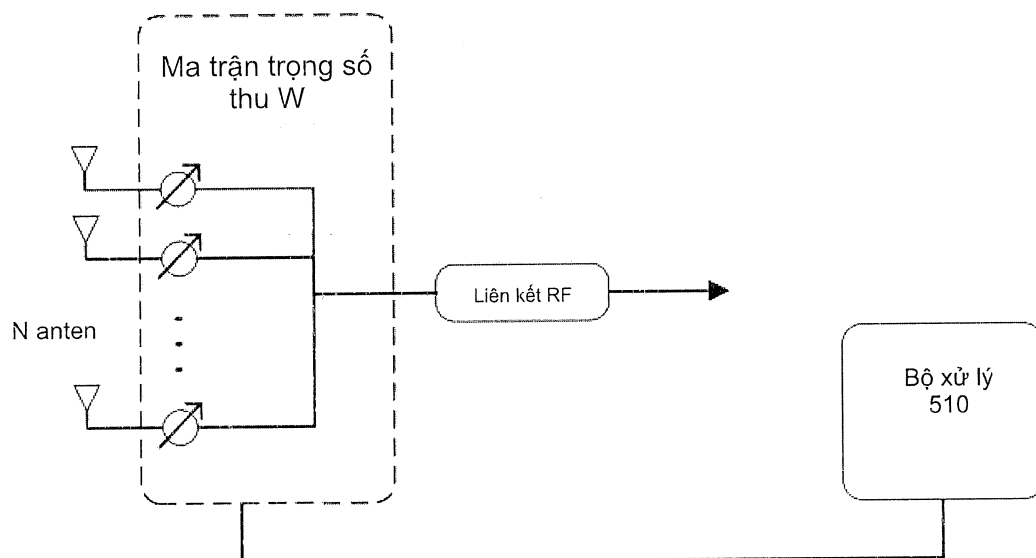


Fig.6

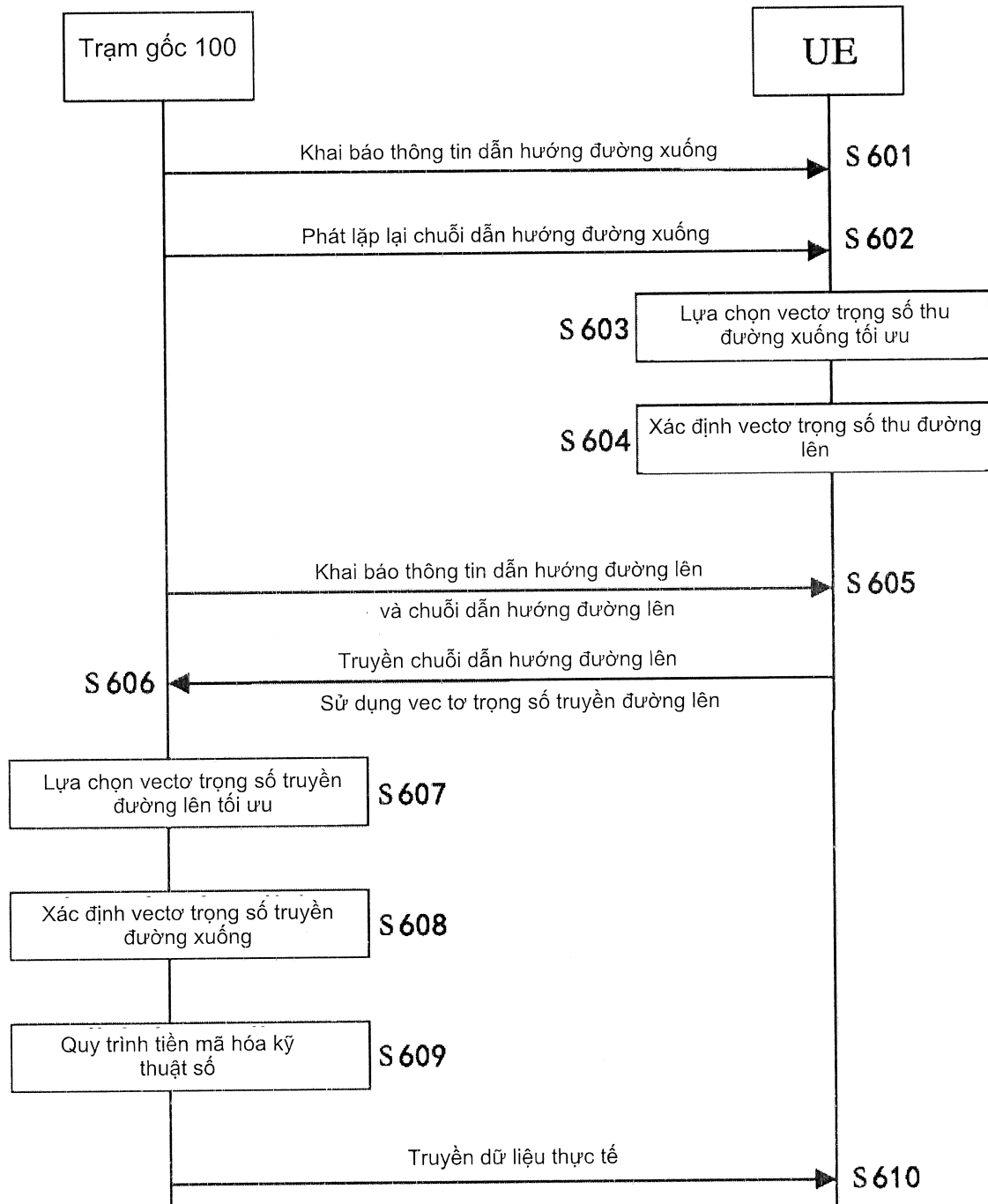


Fig.7

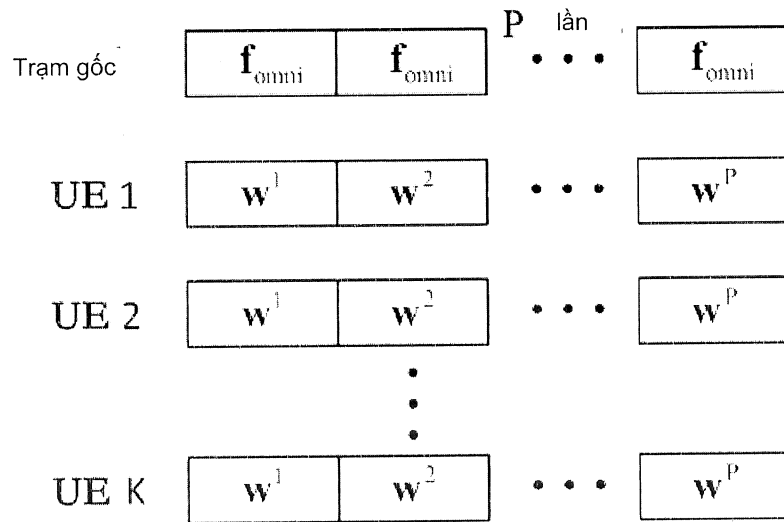


Fig.8A

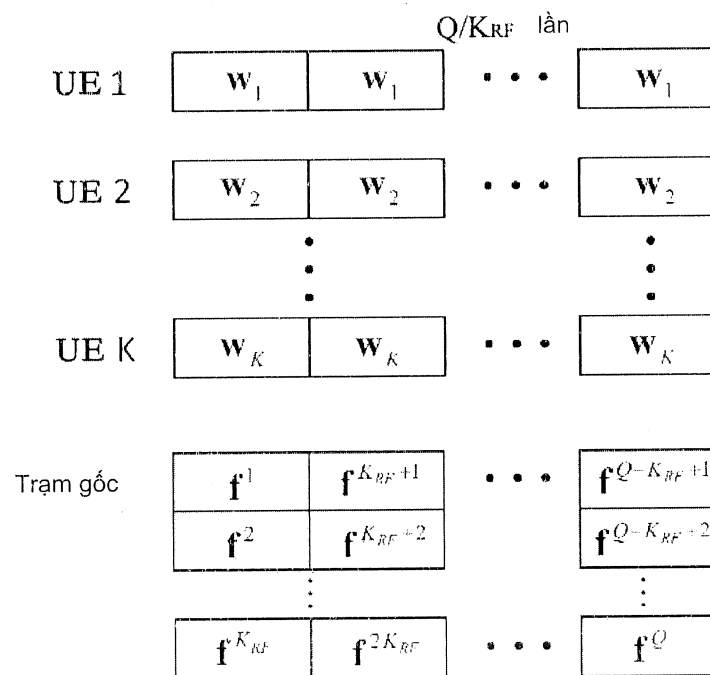


Fig.8B

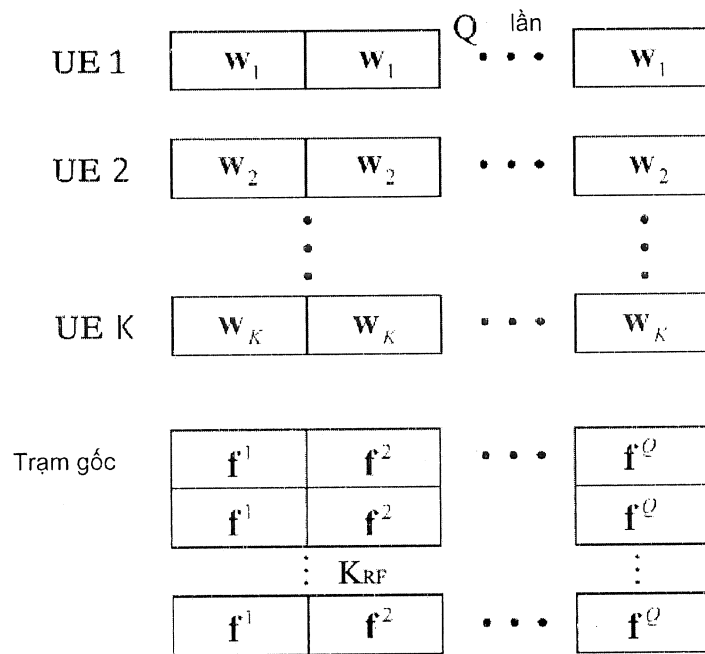


Fig.9

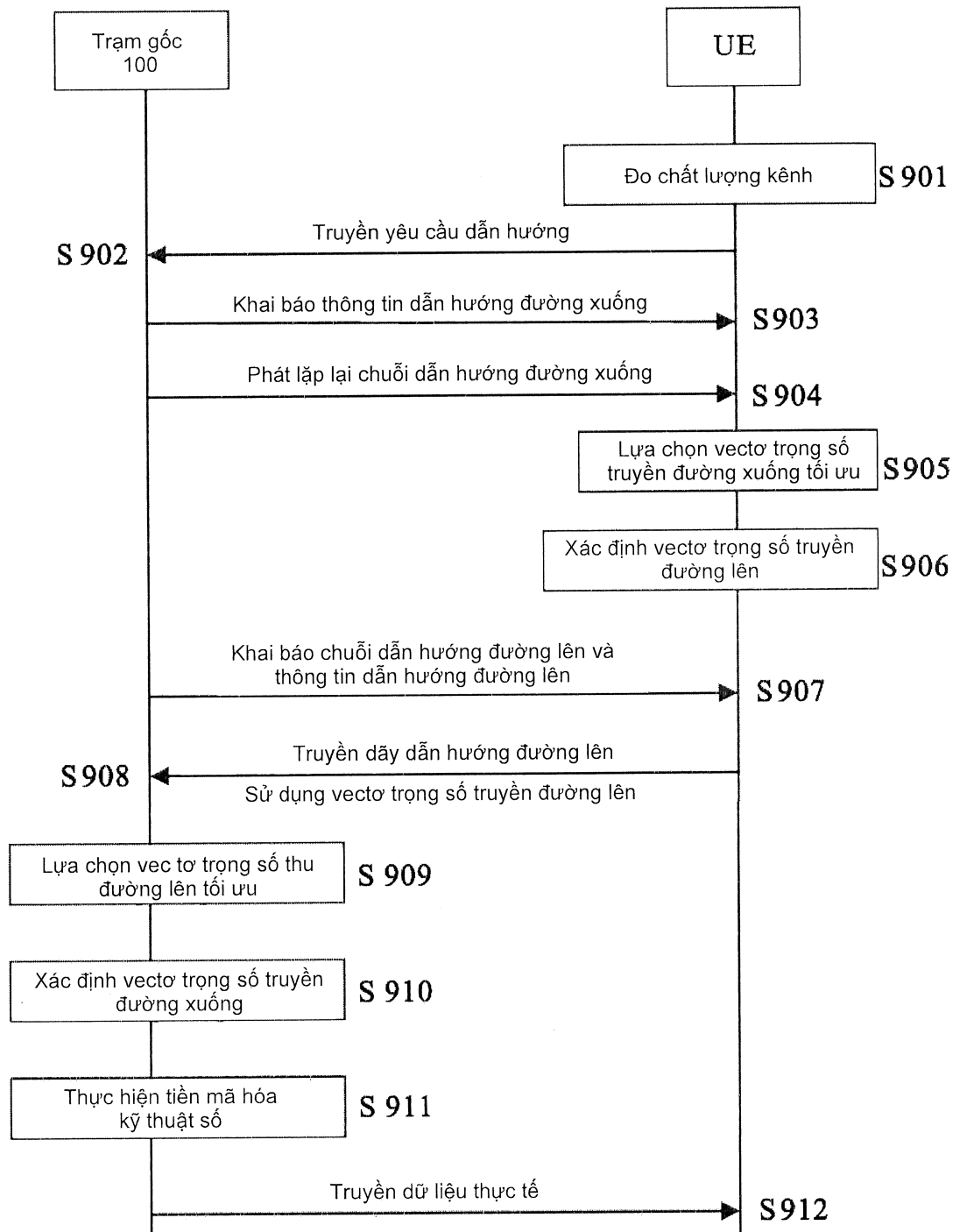


Fig.10A

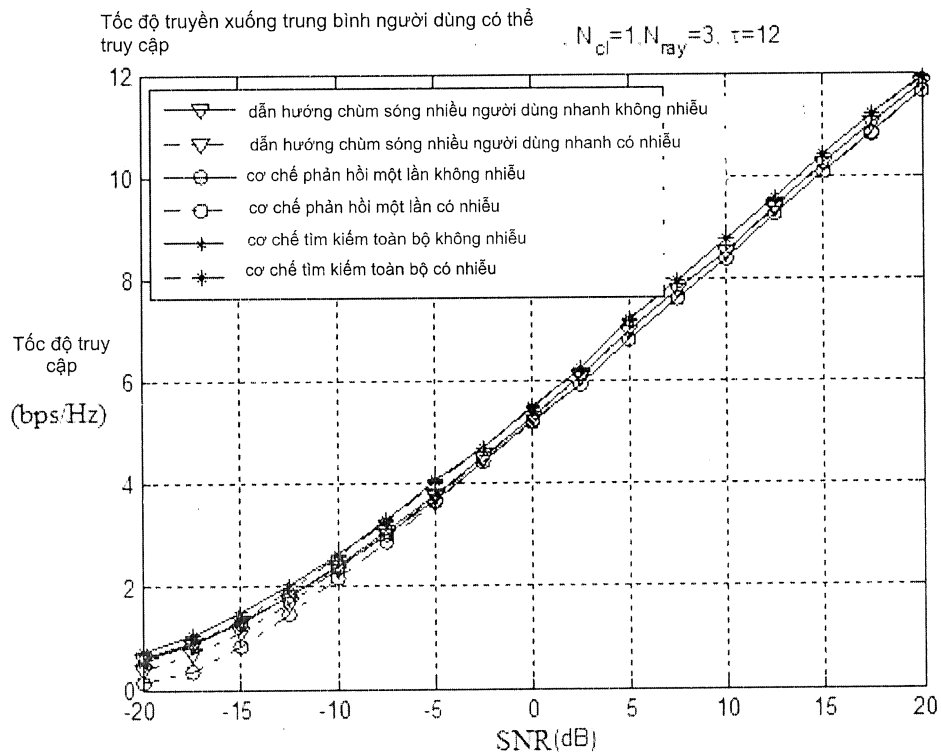


Fig.10B

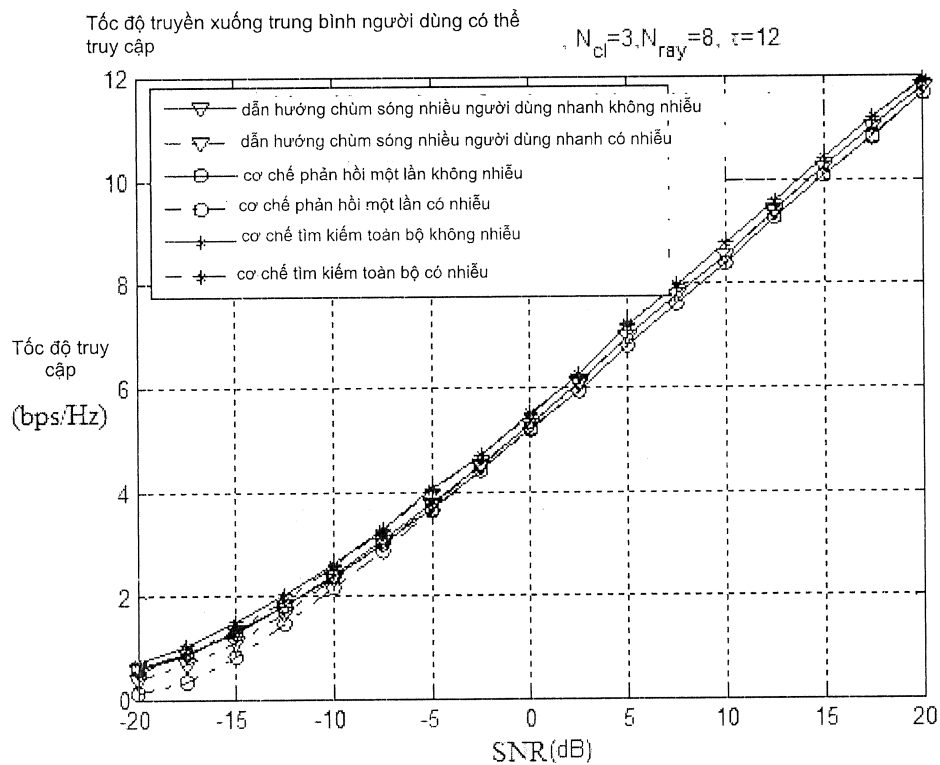


Fig.11

