



(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)



1-0053957

(51)⁸

H04L 1/06

(13) B

(21) 1-2018-05291

(22) 11/05/2017

(86) PCT/CN2017/083978 11/05/2017

(87) WO 2017/193961 16/11/2017

(30) 201610319166.9 13/05/2016 CN

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/02/2019 371A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

Huawei Administration Building Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong
518129, P.R. China

(72) LIU, Kunpeng (CN); ZHANG, Di (CN).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP GỬI THÔNG TIN KÊNH, PHƯƠNG PHÁP GỬI DỮ LIỆU,
THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG THỨ NHẤT VÀ THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG THỨ
HAI

(21) 1-2018-05291

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp gửi thông tin kênh, phương pháp gửi dữ liệu, thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai, để cải thiện độ chính xác phản hồi của ma trận tiền mã hóa. Thiết bị truyền thông thứ nhất bao gồm: môđun thu, có cấu trúc để thu tín hiệu tham chiếu; môđun xử lý, có cấu trúc để đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai; và môđun gửi, có cấu trúc để gửi thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai, trong đó thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất, M là số nguyên không nhỏ hơn 2, thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, N là số nguyên dương không lớn hơn M , và thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai được sử dụng để cấu thành ma trận tiền mã hóa. khi tạo ra ma trận tiền mã hóa, thiết bị thứ hai có thể thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M vector thứ nhất dựa trên hệ số kết hợp có trọng số được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ hai thu được, thay vì lựa chọn chỉ một vector đặc trưng từ nhiều vector đặc trưng, sao cho ma trận tiền mã hóa được tạo ra chính xác hơn.

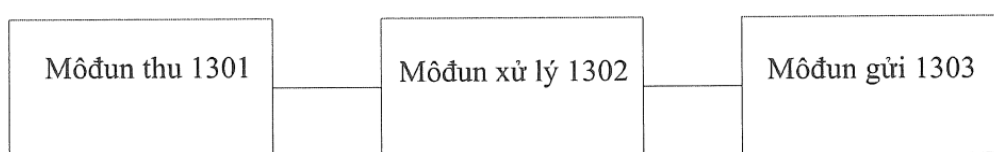


FIG. 13

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực các kỹ thuật truyền thông không dây, và cụ thể, đề cập đến phương pháp gửi thông tin kênh, phương pháp gửi dữ liệu, và thiết bị.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, trong hệ thống phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE) song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplexing, FDD), thiết bị người dùng (thiết bị người dùng, UE) thực hiện việc đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc, sau đó xác định thông tin trạng thái kênh, và phản hồi thông tin trạng thái kênh. Thông tin trạng thái kênh bao gồm chỉ báo hạng (Rank Indicator, RI), chỉ số ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Indicator, PMI), và chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI).

PMI là chỉ số của ma trận tiền mã hóa. UE phản hồi PMI tới trạm gốc, và trạm gốc xác định ma trận tiền mã hóa tương ứng dựa trên PMI thu được, và thực hiện xử lý tiền mã hóa dựa trên ma trận tiền mã hóa được xác định, để cải thiện chất lượng truyền thông đường xuống.

Hiện tại, cách thức phản hồi PMI trong hệ thống LTE FDD là phản hồi ma trận tiền mã hóa W dựa trên cấu trúc bảng mã tầng kép:

$$W = W_1 \times W_2$$

Công thức 1

trong đó

$$W_1 = \begin{bmatrix} b_0 & b_1 & \cdots & b_{M-1} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & b_0 & b_1 & \cdots & b_{M-1} \end{bmatrix}.$$

Ở đây, $b_0, b_1, \dots, b_{M-1}$ là các vector được chứa trong từ mã W_1 tương ứng với ma trận tiền mã hóa W , và có thể là các vector DFT, trong đó M là số

nguyên không nhỏ hơn 2. Vector b_i là vector cột mà độ dài của vector cột này là số lượng công anten truyền của trạm gốc. giá trị của M có thể là giá trị được thiết lập trước hoặc có thể là giá trị được cấu hình trước bởi trạm gốc.

Khi hạng ma trận kênh bằng 1, có:

$$W_2 = \begin{bmatrix} e_k \\ \phi_n e_k \end{bmatrix}$$

Công thức 2

Khi hạng ma trận kênh bằng 2, có:

$$W_2 = \begin{bmatrix} e_k & e_i \\ \phi_n e_k - \phi_n e_i \end{bmatrix}$$

Công thức 3

Ở đây, W_1 chỉ bao tập hợp bao gồm M vector, và W_2 bao gồm thông tin lựa chọn cột và thông tin đồng pha (co-phase).

Thông tin lựa chọn cột e_k là vector đơn vị $M \times 1$, chỉ giá trị của phần tử k^{th} là 1, và các giá trị của tất cả các phần tử khác là 0. Trường hợp của e_i là tương tự như của e_k .

Thông tin đồng pha ϕ_n là độ lệch pha giữa hai chiều phân cực hóa của các anten truyền của thiết bị thứ hai 102, và giá trị là số bất kỳ trong khoảng từ 0 đến 2π .

Trong cấu trúc bảng mã tầng kép, W_2 có thể chỉ được sử dụng để lựa chọn một vector từ M vector: $b_0, b_1, \dots$, và b_{M-1} . Do đó, phản hồi của ma trận tiền mã hóa W là không đủ chính xác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết vấn đề này, phương pháp gửi thông tin kênh, phương pháp gửi dữ liệu, và thiết bị được đề xuất, để cải thiện độ chính xác phản hồi của thông tin kênh liên quan đến ma trận tiền mã hóa, và cải thiện hơn nữa hiệu quả thích nghi đường xuống.

Theo khía cạnh thứ nhất, phương án của sáng chế đề xuất phương pháp gửi thông tin kênh, bao gồm:

gửi, bởi thiết bị thứ hai, tín hiệu tham chiếu tới thiết bị thứ nhất, trong đó tín hiệu tham chiếu được gửi trên S cổng anten, S cổng anten thuộc về H nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và H là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1; sau khi thu tín hiệu tham chiếu, đo lường, bởi thiết bị thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thu được, và thu nhận và gửi thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai tới thiết bị thứ hai; và tạo ra, bởi thiết bị thứ hai, ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất thu được và thông tin kênh thứ hai thu được, và gửi dữ liệu tới thiết bị thứ nhất dựa trên ma trận tiền mã hóa được tạo ra.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2. Thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, trong đó N là số nguyên dương không lớn hơn M. Hệ số kết hợp có trọng số bao gồm hệ số thứ nhất và/hoặc hệ số thứ hai. Hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha hoặc hệ số độ trễ thời gian.

Số chiều của vector thứ nhất bằng số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, hoặc số chiều của vector thứ nhất bằng một nửa số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu.

Thiết bị thứ nhất thực hiện việc đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu thu được, và phản hồi, tới thiết bị thứ hai, thông tin kênh thứ hai của hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M vector thứ nhất. Theo cách này, khi tạo ra ma trận tiền mã hóa, thiết bị thứ hai có thể thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M vector thứ nhất dựa trên hệ số kết hợp có trọng số được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ hai thu được, thay vì lựa chọn chỉ một vector đặc trưng từ nhiều vector đặc trưng, sao cho ma trận tiền mã hóa được tạo ra là chính xác hơn, nhờ đó cải thiện khả năng thích ứng liên kết của thiết bị thứ hai để gửi dữ liệu, và cải thiện hiệu năng hệ thống.

Một cách tùy chọn, hệ số kết hợp có trọng số bao gồm phần tử 0, sao cho N vector thứ nhất được lựa chọn.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất còn đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ ba, và gửi thông tin kênh thứ ba tới thiết bị thứ hai.

Thông tin kênh thứ ba được sử dụng để chỉ báo độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu, và thiết bị thứ hai tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất còn đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ tư, và gửi thông tin kênh thứ tư tới thiết bị thứ hai.

Thông tin kênh thứ tư bao gồm thông tin lựa chọn được sử dụng để lựa chọn N vector thứ nhất từ M vector thứ nhất.

Thiết bị thứ hai tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ tư. Một cách tùy chọn, thiết bị thứ hai có thể tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ ba. Thông tin kênh thứ hai bao gồm chỉ thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ tư.

Thiết bị thứ nhất phản hồi thông tin kênh thứ tư, sao cho N vector thứ nhất có thể được lựa chọn, và lượng phản hồi thông tin của thông tin kênh thứ hai được làm giảm tương ứng.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất còn đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ bảy, và gửi thông tin kênh thứ bảy tới thiết bị thứ hai. Thông tin kênh thứ bảy bao gồm thông tin nhận dạng được sử dụng để lựa chọn Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu từ H nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu. Thiết bị thứ hai tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ bảy. Một cách tùy chọn, thiết bị thứ hai có thể tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ ba và/hoặc thông tin kênh thứ tư.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ bảy không được phản hồi trong

cùng khung con như thông tin kênh khác.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ nhất bao gồm số hiệu nhóm, trong K nhóm vector, của mỗi X nhóm vector bao gồm M vector thứ nhất, và tất cả vector thứ nhất trong K nhóm vector cấu thành tập hợp đa năng của các vector thứ nhất, trong đó K là số nguyên dương, và X là số nguyên dương không lớn hơn K .

Một cách tùy chọn, M vector thứ nhất thu được bằng cách thực hiện việc đo lường dựa trên Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu được lựa chọn từ H nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, trong đó Y là số nguyên dương.

Một cách tùy chọn, M vector thứ nhất tương ứng với X nhóm vector, mỗi nhóm vector tương ứng với một trong số Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và $X=Y$. Ngoài ra, M vector thứ nhất tương ứng với X nhóm vector, ít nhất hai nhóm vector tương ứng với một trong số Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và $X>Y$.

M vector thứ nhất được nhóm lại, sao cho các nhóm chùm mạnh có thể được lựa chọn, ma trận tiền mã hóa được tạo ra có thể thích nghi tốt hơn đối với điều kiện kênh thực tế, và hiệu quả thích nghi kênh được cải thiện.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất gửi, tới thiết bị thứ hai, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của X . Ngoài ra, thiết bị thứ nhất thu, từ thiết bị thứ hai, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của X .

Một cách tùy chọn, các nhóm vector khác nhau trong K nhóm vector bao gồm hoặc không bao gồm cùng vector thứ nhất.

Các nhóm vector khác nhau trong K nhóm vector bao gồm cùng số lượng vector thứ nhất hoặc khác số lượng vector thứ nhất.

Một cách tùy chọn, các nhóm vector khác nhau trong X nhóm vector tương ứng với cùng thông tin kênh thứ hai, và đối với các nhóm vector khác nhau, thiết bị thứ nhất phản hồi chỉ cùng một đoạn thông tin kênh thứ hai; hoặc

các nhóm vector khác nhau tương ứng với thông tin kênh thứ hai khác nhau, và đối với các nhóm vector khác nhau, thiết bị thứ nhất phản hồi riêng biệt thông tin kênh thứ hai.

Một cách tùy chọn, mỗi đoạn thông tin kênh có thể được phản hồi theo cách thức phản hồi linh hoạt, để cải thiện độ chính xác phản hồi thông tin kênh, và làm giảm lượng phản hồi thông tin nhiều nhất có thể.

Ví dụ, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất là phản hồi dựa trên băng rộng, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, cả cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dựa trên băng con, và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất lớn hơn băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai.

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất dài hơn so với chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai.

Theo ví dụ khác, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất là phản hồi dựa trên băng rộng, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba đều là phản hồi dựa trên băng con, và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất lớn hơn băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba.

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất dài hơn so với chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Theo ví dụ khác, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dựa trên băng rộng, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, cả băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai là lớn hơn so với băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba.

Cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dài hạn, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi ngắn hạn.

Ngoài ra, cả chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Theo ví dụ khác, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất là phản hồi dựa trên băng rộng, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ tư đều là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất lớn hơn băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai, băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba, và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ tư.

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất dài hơn so với chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai, chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba, và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ tư.

Một cách tùy chọn, cả cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dựa trên băng rộng, và cả cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ tư là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai là lớn hơn so với băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ tư.

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ tư.

Một cách tùy chọn, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ tư đều là phản hồi dựa trên băng rộng, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất, băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai, và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ tư là lớn hơn so với băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba.

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất, chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai, và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ tư là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Một cách tùy chọn, cả cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ tư là phản hồi dựa trên băng rộng, và cả cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ tư là lớn hơn so với băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba.

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ tư là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ năm và thông tin kênh thứ sáu, và thiết bị thứ nhất gửi thông tin kênh thứ năm và thông tin kênh thứ sáu tới thiết bị thứ hai.

Thông tin kênh thứ năm bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo lượng dữ liệu được ghép kênh không gian từ thiết bị thứ hai tới thiết bị thứ nhất, và thông tin kênh thứ sáu bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo chất lượng kênh của kênh từ thiết bị thứ hai tới thiết bị thứ nhất.

Thiết bị thứ hai còn tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ năm và thông tin kênh thứ sáu.

Thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và

thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư.

Ngoài ra, khi thông tin kênh thứ ba được phản hồi,

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ

năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ năm bằng cách sử dụng chu kỳ thứ năm, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư, và chu kỳ thứ tư không nhỏ hơn chu kỳ thứ năm.

Ngoài ra, khi thông tin kênh thứ tư được phản hồi,

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ tư, và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất,

thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ tư, và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ năm, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ năm, thông tin kênh thứ nhất, và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ năm, thông tin kênh thứ nhất, và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ năm bằng cách sử dụng chu kỳ thứ năm, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư, và chu kỳ thứ tư không nhỏ hơn chu kỳ thứ năm.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba cấu thành, trong cách thức sau đây, ma trận tiền mã hóa mà hạng của ma trận này là 1:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} B_i & 0 \\ 0 & B_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k \\ \varphi_n c_k \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad \cdots c_{k,m} \quad \cdots \quad c_{k,M-1}]^T, B_i = [b_{i,0} \quad \cdots b_{i,m} \quad \cdots \quad b_{i,M-1}]$$

B_i là M vector thứ nhất; c_k là hệ số kết hợp có trọng số, trong đó $c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,0}$, $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,m}$, và $c_{k,M-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,M-1}$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq M$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Một cách tùy chọn, B_i là nhóm vector mà số hiệu nhóm của nhóm này là i trong K nhóm vector.

Tất cả các vector thứ nhất trong K nhóm vector cấu thành tập hợp đa năng của các vector thứ nhất, và K là số nguyên dương.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo i .

Một cách tùy chọn, $B_i = [B_{i_0} \quad \cdots B_{i_x} \quad \cdots \quad B_{i_{X-1}}]$, trong đó X nhóm vector $B_{i_0} \quad \cdots B_{i_x} \quad \cdots \quad B_{i_{X-1}}$ là các nhóm vector mà các số hiệu nhóm của các nhóm này tuần tự là i_0 đến i_{X-1} trong K nhóm vector, x là số nguyên, $0 \leq x \leq X-1$, và X là số nguyên dương.

Tất cả các vector thứ nhất trong K nhóm vector cấu thành tập hợp đa năng của các vector thứ nhất, và K là số nguyên dương.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin được sử dụng riêng biệt để chỉ báo i_0 đến i_{X-1} .

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ tư cấu thành, trong cách thức sau đây, ma trận tiền mã hóa mà hạng của ma trận này là 1:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} B_i & 0 \\ 0 & B_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k \\ \varphi_n c_k \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad \cdots c_{k,m} \quad \cdots \quad c_{k,N-1}]^T, \text{ và } B_i = [b_{i,0} \quad b_{i,m} \quad \cdots \quad b_{i,M-1}]; \text{ và}$$

B_i là M vector thứ nhất; c_k là hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất, trong đó $c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên b_{i,m_0} , $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên b_{i,m_m} , và $c_{k,N-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,m_{N-1}}$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq M-1$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; số lượng hàng của $e_{m_0} \sim e_{m_{N-1}}$ là M, và thông tin kênh thứ tư là thông tin được sử dụng để chỉ báo m_0 đến m_{N-1} ; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất gửi, tới thiết bị thứ hai, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của N. Ngoài ra, thiết bị thứ nhất thu, từ thiết bị thứ hai, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của N.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ tư được sử dụng để chỉ báo

$$\begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, thông tin kênh thứ tư bao gồm M bit. Trong M bit, bit thứ m_0 đến bit thứ m_{N-1} là 1, và các bit còn lại là 0.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba cấu thành, trong cách thức sau đây, ma trận tiền mã hóa mà hạng của ma trận này là 2:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} B_i \cdot c_k & B_j \cdot c_y \\ \varphi_n B_i \cdot c_k & -\varphi_n B_j \cdot c_y \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad c_{k,m} \quad \cdots \quad c_{k,R-1}]^T, B_i = [b_{i,0} \quad b_{i,m} \quad \cdots \quad b_{i,R-1}];$$

$$c_y = [c_{y,0} \quad c_{y,n} \quad \cdots \quad c_{y,S-1}]^T, B_j = [b_{j,0} \quad b_{j,n} \quad \cdots \quad b_{j,S-1}];$$

R và S là các số nguyên dương, $R \leq M$, $S \leq M$, và B_i và B_j cùng cấu thành M vector thứ nhất; và

c_k và c_y là các hệ số kết hợp có trọng số, trong đó $c_{k,0}$ được sử

dùng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,0}$, $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,m}$, $c_{k,R-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,R-1}$, $c_{y,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{j,0}$, $c_{y,n}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{j,n}$, và $c_{y,S-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{j,S-1}$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq R-1$; n là số nguyên, và $0 \leq n \leq S-1$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Một cách tùy chọn, B_i là tương tự như B_j , và c_k khác với c_m ; hoặc

B_i khác với B_j , và c_k là tương tự như c_m ; hoặc

B_i khác với B_j , và c_k khác với c_m ; hoặc

B_i là tương tự như B_j , và c_k là tương tự như c_m .

Một cách tùy chọn, $B_i = [B_{i_0} \cdots B_{i_x} \cdots B_{i_{X-1}}]$.

X nhóm vector $B_{i_0} \cdots B_{i_x} \cdots B_{i_{X-1}}$ là các nhóm vector mà số các số hiệu nhóm lần lượt là i_0 đến i_{X-1} trong K nhóm vector, x là số nguyên, $0 \leq x \leq X-1$, và X là số nguyên dương.

Tất cả các vector thứ nhất trong K nhóm vector cấu thành tập hợp đa năng của các vector thứ nhất, và K là số nguyên dương.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin được sử dụng riêng biệt để chỉ báo i_0 đến i_{X-1} .

B_{i_0} tương ứng với nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu H , B_{i_x} tương ứng với nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ X trong Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu H , và B_{i_x} tương ứng với nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ X trong Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu H .

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ hai là hệ số độ trễ thời gian.

Dạng của ma trận tiền mã hóa bao gồm thông tin kênh thứ nhất và thông

tin kênh thứ hai và nằm trong miền thời gian là như sau:

$$W(\tau) = \sum_{m=0}^{N-1} b_{i,m} p_m \delta(\tau - \tau_m); \text{ trong đó}$$

τ_m là hệ số độ trễ thời gian tương ứng với vector thứ m trong N vector thứ nhất.

Một cách tùy chọn, B_i là M vector thứ nhất, và $B_i = [b_{i,0} \ b_{i,m} \ \dots \ b_{i,M-1}]$.

Mỗi vector thứ nhất trong B_i là tích Kronecker của vector thứ hai trong nhóm vector thứ hai và vector thứ ba trong nhóm vector thứ ba: $b_{i,m} = a_{p,m_1} \otimes d_{t,m_2}$, trong đó

$b_{i,m}$ là vector thứ nhất, a_{p,m_1} là vector thứ hai mà số hiệu của vector này là m_1 trong nhóm vector thứ hai có số hiệu là p, và d_{t,m_2} là vector thứ ba mà số hiệu của vector này là m_2 trong nhóm vector thứ ba có số hiệu là t.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin kênh con thứ nhất và thông tin kênh con thứ hai.

Thông tin kênh con thứ nhất được sử dụng để chỉ báo p, và thông tin kênh con thứ hai được sử dụng để chỉ báo t.

$$a_{p,m_1} = \left[1 \ e^{j2\pi \frac{(p^* S_1 + m_1)}{N_1 Q_1}} \ \dots \ e^{j2\pi \frac{(N_1 - 1)(p^* S_1 + m_1)}{N_1 Q_1}} \right]^T, \text{ trong đó } N_1 \text{ là số lượng}$$

cổng Anten chiều thứ nhất trong mảng Anten, Q_1 là hệ số được sử dụng để lấy mẫu trên các vector DFT mà cấu thành tập hợp từ mã của các Anten chiều thứ nhất, và s_1 là số nguyên dương.

$$d_{t,m_2} = \left[1 \ e^{j2\pi \frac{(t^* S_2 + m_2)}{N_2 Q_2}} \ \dots \ e^{j2\pi \frac{(N_2 - 1)(t^* S_2 + m_2)}{N_2 Q_2}} \right]^T, \text{ trong đó } N_2 \text{ là số lượng}$$

cổng Anten chiều thứ hai trong mảng Anten, Q_2 là hệ số được sử dụng để lấy mẫu trên các vector DFT mà cấu thành tập hợp từ mã của các Anten chiều thứ hai, và s_2 là số nguyên dương.

Một cách tùy chọn, số lượng nhóm vector thứ hai lớn hơn hoặc bằng 2, và

số lượng nhóm vector thứ ba bằng 1; hoặc

Số lượng nhóm vector thứ ba lớn hơn hoặc bằng 2, và số lượng nhóm vector thứ hai bằng 1; hoặc

Số lượng nhóm vector thứ ba bằng 1, và số lượng nhóm vector thứ hai bằng 1.

Một cách tùy chọn, vector thứ hai và vector thứ ba là các vector DFT.

Số lượng vector được chứa trong tập hợp đa năng của các vector thứ hai và số lượng vector được chứa trong tập hợp đa năng của các vector thứ ba được cấu hình độc lập với nhau.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin kênh con thứ ba, và thông tin kênh con thứ ba được sử dụng để chỉ báo hệ số thứ nhất.

Thông tin kênh con thứ ba không được lượng tử hóa.

Ngoài ra, việc lượng tử hóa thứ nhất được thực hiện trên thông tin kênh con thứ ba, và bậc lượng tử hóa của việc lượng tử hóa thứ nhất không lớn hơn ngưỡng bậc lượng tử hóa thứ nhất được thiết lập trước.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin kênh con thứ tư, và thông tin kênh con thứ tư được sử dụng để chỉ báo hệ số thứ hai.

Thông tin kênh con thứ tư không được lượng tử hóa.

Ngoài ra, việc lượng tử hóa thứ hai được thực hiện trên thông tin kênh con thứ tư, và bậc lượng tử hóa của việc lượng tử hóa thứ hai không nhỏ hơn ngưỡng bậc lượng tử hóa thứ hai được thiết lập trước.

Theo khía cạnh thứ hai, phương án của sáng chế đề xuất thiết bị thứ nhất, và thiết bị thứ nhất có chức năng thực hiện hoạt động của thiết bị thứ nhất trong phương pháp nêu trên. Chức năng này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện bằng cách thực thi phần mềm tương ứng bởi phần cứng. Phần cứng hoặc phần mềm bao gồm một hoặc nhiều mô đun tương ứng với chức năng này.

Trong giải pháp thực hiện tùy chọn, cấu trúc của thiết bị thứ nhất bao gồm bộ xử lý, bộ truyền, và bộ thu. Bộ xử lý có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ nhất trong việc thực hiện chức năng tương ứng trong phương pháp nêu trên. Bộ

truyền có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ nhất trong việc gửi bản tin hoặc dữ liệu trong phương pháp nêu trên tới thiết bị thứ hai. Bộ thu có cấu trúc để thu bản tin hoặc dữ liệu trong phương pháp nêu trên từ thiết bị thứ hai. Thiết bị thứ nhất có thể còn bao gồm bộ nhớ, và bộ nhớ có cấu trúc để ghép nối tới bộ xử lý, và lưu trữ lệnh chương trình và dữ liệu mà cần thiết cho thiết bị thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ ba, phương án của sáng chế đề xuất thiết bị thứ hai, và thiết bị thứ hai có chức năng thực hiện hoạt động của thiết bị thứ hai trong phương pháp nêu trên. Chức năng này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện bằng cách thực thi phần mềm tương ứng bởi phần cứng. Phần cứng hoặc phần mềm bao gồm một hoặc nhiều môđun tương ứng với chức năng này.

Trong giải pháp thực hiện tùy chọn, cấu trúc của thiết bị thứ hai bao gồm bộ truyền, bộ thu, và bộ xử lý. Bộ thu có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ hai trong việc thu bản tin hoặc dữ liệu trong phương pháp nêu trên từ thiết bị thứ nhất. Bộ truyền có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ hai trong việc gửi bản tin hoặc dữ liệu trong phương pháp nêu trên tới thiết bị thứ nhất. Bộ xử lý có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ hai trong việc thực hiện chức năng tương ứng trong phương pháp nêu trên. Thiết bị thứ hai có thể còn bao gồm bộ nhớ, và bộ nhớ có cấu trúc để ghép nối tới bộ xử lý, và lưu trữ lệnh chương trình và dữ liệu mà cần thiết cho thiết bị thứ hai.

Theo khía cạnh thứ tư, phương án của sáng chế đề xuất hệ thống truyền thông không dây, và hệ thống truyền thông không dây bao gồm thiết bị thứ nhất và thiết bị thứ hai theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ ba.

Theo khía cạnh thứ năm, phương án của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có cấu trúc để lưu trữ lệnh phần mềm được sử dụng bởi thiết bị thứ nhất theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ tư, và bao gồm chương trình được thiết kế để thực thi các khía cạnh nêu trên.

Theo khía cạnh thứ sáu, phương án của sáng chế đề xuất phương tiện lưu

trữ đọc được bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có cấu trúc để lưu trữ lệnh phần mềm được sử dụng bởi thiết bị thứ hai theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ tư, và bao gồm chương trình được thiết kế để thực thi các khía cạnh nêu trên.

Theo khía cạnh thứ bảy, phương án của sáng chế đề xuất phương pháp gửi thông tin kênh, bao gồm:

gửi, bởi thiết bị thứ hai, tín hiệu tham chiếu tới thiết bị thứ nhất; thu, bởi thiết bị thứ nhất, tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị thứ hai; sau khi thu tín hiệu tham chiếu, đo lường, bởi thiết bị thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thu được, để thu nhận thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai, và gửi thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai tới thiết bị thứ hai; và tạo ra, bởi thiết bị thứ hai, ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất thu được và thông tin kênh thứ hai thu được, và gửi dữ liệu tới thiết bị thứ nhất dựa trên ma trận tiền mã hóa được tạo ra.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của N cổng anten trong M cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2, và N là số nguyên dương không lớn hơn M . Thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N cổng anten. Hệ số kết hợp có trọng số bao gồm hệ số thứ nhất và/hoặc hệ số thứ hai. Hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha hoặc hệ số độ trễ thời gian.

Thiết bị thứ nhất thực hiện việc đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu thu được, và phản hồi, tới thiết bị thứ hai, thông tin kênh thứ hai của hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu. Theo cách này, khi tạo ra ma trận tiền mã hóa, thiết bị thứ hai có thể thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M cổng anten dựa trên hệ số kết hợp có trọng số được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ hai thu được, sao cho ma trận tiền mã hóa tương đối chính xác có thể cũng được tạo ra, nhờ đó cũng cải thiện khả năng thích nghi liên kết của thiết bị thứ hai để gửi dữ liệu, và cải thiện hiệu năng hệ thống.

Một cách tùy chọn, hệ số kết hợp có trọng số bao gồm phần tử 0, sao cho N cổng anten được lựa chọn.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ ba, và gửi thông tin kênh thứ ba tới thiết bị thứ hai. Thông tin kênh thứ ba bao gồm độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten thu được bằng cách nhóm M cổng anten. Thiết bị thứ hai tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba.

Một cách tùy chọn, mỗi đoạn thông tin kênh có thể được phản hồi theo cách thức phản hồi linh hoạt, để cải thiện độ chính xác phản hồi thông tin kênh, và làm giảm lượng phản hồi thông tin nhiều nhất có thể.

Ví dụ, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất là phản hồi dựa trên băng rộng, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, cả cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dựa trên băng con, và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất lớn hơn băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai.

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất dài hơn so với chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai.

Theo ví dụ khác, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất là phản hồi dựa trên băng rộng, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba đều là phản hồi dựa trên băng con, và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất lớn hơn băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba.

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất dài hơn so với chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Theo ví dụ khác, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dựa trên băng rộng, và cách

thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi dựa trên băng con. Ngoài ra, cả băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai là lớn hơn so với băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba.

Cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dài hạn, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi ngắn hạn. Ngoài ra, cả chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ năm và thông tin kênh thứ sáu, và thiết bị thứ nhất gửi thông tin kênh thứ năm và thông tin kênh thứ sáu tới thiết bị thứ hai.

Thông tin kênh thứ năm bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo lượng dữ liệu được ghép kênh không gian từ thiết bị thứ hai tới thiết bị thứ nhất, và thông tin kênh thứ sáu bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo chất lượng kênh của kênh từ thiết bị thứ hai tới thiết bị thứ nhất.

Thiết bị thứ hai còn tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ năm và thông tin kênh thứ sáu.

Thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi

trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư.

Ngoài ra, khi thông tin kênh thứ ba được phản hồi,

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ năm bằng cách sử dụng chu kỳ thứ năm, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư, và chu kỳ thứ tư không nhỏ hơn chu kỳ thứ năm.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba cấu thành, trong cách thức sau đây, ma trận tiền mã hóa mà hạng của ma trận này là 1:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k \\ \varphi_n c_k \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad \cdots c_{k,m} \quad \cdots \quad c_{k,N-1}]^T, \text{ và } B_i = [b_{i,0} \quad b_{i,m} \quad \cdots \quad b_{i,M-1}]; \text{ và}$$

$$\begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix} \text{ tương ứng với thông tin kênh thứ nhất;}$$

c_k là hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên $N/2$ cổng, trong đó $c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên cổng thứ m_0 và cổng thứ $(m_0+N/2)$, $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên cổng thứ m_m và cổng thứ $(m_m+N/2)$, và $c_{k,N-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên cổng thứ m_{N-1} và cổng thứ $(m_{N-1}+N/2)$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq M-1$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm cổng Anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; số lượng hàng của $e_{m_0} \sim e_{m_{N-1}}$ là M ; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất gửi, tới thiết bị thứ hai, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của N .

Ngoài ra, thiết bị thứ nhất thu, từ thiết bị thứ hai, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của N .

Một cách tùy chọn,

thông tin kênh thứ nhất được sử dụng để chỉ báo

$$\begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, thông tin kênh thứ nhất bao gồm M bit. Trong M bit, bit thứ m_0 đến bit thứ m_{N-1} là 1, và các bit còn lại là 0.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba cấu thành, trong cách thức sau đây, ma trận tiền mã hóa mà hạng của ma trận này là 2:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} E_i \cdot c_k & E_j \cdot c_y \\ \varphi_n E_i \cdot c_k & -\varphi_n E_j \cdot c_y \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad \cdots c_{k,m} \quad \cdots c_{k,R-1}]^T, E_i = [e_{i_0} \quad \cdots e_{i_m} \quad \cdots e_{i_{R-1}}];$$

$$c_y = [c_{y,0} \quad \cdots c_{y,n} \quad \cdots \quad c_{y,S-1}]^T, E_j = [e_{j_0} \quad \cdots e_{j_n} \quad \cdots \quad e_{j_{S-1}}];$$

R và S là các số nguyên dương, $R \leq M$, và $S \leq M$; và

c_k và c_y là các hệ số kết hợp có trọng số, trong đó $c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ i_0 và công thứ $(i_0 + N/2)$, $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ i_m và công thứ $(i_m + N/2)$, $c_{k,R-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ i_{R-1} và công thứ $(i_{R-1} + N/2)$, $c_{y,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ j_0 và công thứ $(j_0 + N/2)$, $c_{y,n}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ j_n và công thứ $(j_n + N/2)$, và $c_{y,S-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ j_{S-1} và công thứ $(j_{S-1} + N/2)$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq R-1$; n là số nguyên, và $0 \leq n \leq S-1$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm công anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Một cách tùy chọn, E_i là tương tự như E_j , và c_k khác với c_m ; hoặc

E_i khác với E_j , và c_k là tương tự như c_m ; hoặc

E_i khác với E_j , và c_k khác với c_m ; hoặc

E_i là tương tự như E_j , và c_k là tương tự như c_m .

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ hai là hệ số độ trễ thời gian.

Dạng của ma trận tiền mã hóa bao gồm thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai và nằm trong miền thời gian là như sau:

$$W(\tau) = \sum_{m=0}^{N-1} \mathbf{e}_{i_m} p_m \delta(\tau - \tau_m); \text{ trong đó}$$

τ_m là hệ số độ trễ thời gian tương ứng với vector thứ m trong N vector thứ nhất.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin kênh con thứ nhất, và thông tin kênh con thứ nhất được sử dụng để chỉ báo hệ số thứ nhất.

Thông tin kênh con thứ nhất không được lượng tử hóa.

Ngoài ra, việc lượng tử hóa thứ nhất được thực hiện trên thông tin kênh con thứ nhất, và bậc lượng tử hóa của việc lượng tử hóa thứ nhất không lớn hơn ngưỡng bậc lượng tử hóa thứ nhất được thiết lập trước.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin kênh con thứ hai, và thông tin kênh con thứ hai được sử dụng để chỉ báo hệ số thứ hai.

Thông tin kênh con thứ hai không được lượng tử hóa.

Ngoài ra, việc lượng tử hóa thứ hai được thực hiện trên thông tin kênh con thứ hai, và bậc lượng tử hóa của việc lượng tử hóa thứ hai không nhỏ hơn ngưỡng bậc lượng tử hóa thứ hai được thiết lập trước.

Theo khía cạnh thứ tám, phương án của sáng chế đề xuất thiết bị thứ nhất, và thiết bị thứ nhất có chức năng thực hiện hoạt động của thiết bị thứ nhất trong phương pháp được đề xuất trong khía cạnh thứ bảy. Chức năng này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện bằng cách thực thi phần mềm tương ứng bởi phần cứng. Phần cứng hoặc phần mềm bao gồm một hoặc nhiều môđun tương ứng với chức năng này.

Trong giải pháp thực hiện tùy chọn, cấu trúc của thiết bị thứ nhất bao gồm bộ xử lý, bộ truyền, và bộ thu. Bộ xử lý có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ nhất trong việc thực hiện chức năng tương ứng trong phương pháp được đề xuất trong khía cạnh thứ bảy. Bộ truyền có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ nhất trong việc gửi bản tin hoặc dữ liệu trong phương pháp nêu trên tới thiết bị thứ hai. Bộ thu có cấu trúc để thu bản tin hoặc dữ liệu trong phương pháp nêu trên từ thiết bị thứ hai. Thiết bị thứ nhất có thể còn bao gồm bộ nhớ, và bộ nhớ có cấu trúc để ghép nối tới bộ xử lý, và lưu trữ lệnh chương trình và dữ liệu mà cần thiết cho thiết bị thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ chín, phương án của sáng chế đề xuất thiết bị thứ hai, và thiết bị thứ hai có chức năng thực hiện hoạt động của thiết bị thứ hai trong phương pháp được đề xuất trong khía cạnh thứ bảy. Chức năng này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện bằng cách thực thi phần mềm tương ứng bởi phần cứng. Phần cứng hoặc phần mềm bao

gồm một hoặc nhiều môđun tương ứng với chức năng này.

Trong giải pháp thực hiện tùy chọn, cấu trúc của thiết bị thứ hai bao gồm bộ truyền, bộ thu, và bộ xử lý. Bộ thu có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ hai trong việc thu bản tin hoặc dữ liệu trong phương pháp nêu trên từ thiết bị thứ nhất. Bộ truyền có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ hai trong việc gửi bản tin hoặc dữ liệu trong phương pháp nêu trên tới thiết bị thứ nhất. Bộ xử lý có cấu trúc để hỗ trợ thiết bị thứ nhất trong việc thực hiện chức năng tương ứng trong phương pháp nêu trên. Thiết bị thứ hai có thể còn bao gồm bộ nhớ, và bộ nhớ có cấu trúc để ghép nối tới bộ xử lý, và lưu trữ lệnh chương trình và dữ liệu mà cần thiết cho thiết bị thứ hai.

Theo khía cạnh thứ mười, phương án của sáng chế đề xuất hệ thống truyền thông không dây, và hệ thống truyền thông không dây này bao gồm thiết bị thứ nhất và thiết bị thứ hai theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ bảy đến khía cạnh thứ chín.

Theo khía cạnh thứ mười một, phương án của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có cấu trúc để lưu trữ lệnh phần mềm được sử dụng bởi thiết bị thứ nhất theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ bảy đến khía cạnh thứ mười, và bao gồm chương trình được thiết kế để thực thi các khía cạnh nêu trên.

Theo khía cạnh thứ mười hai, phương án của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có cấu trúc để lưu trữ lệnh phần mềm được sử dụng bởi thiết bị thứ hai theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ bảy đến khía cạnh thứ mười, và bao gồm chương trình được thiết kế để thực thi các khía cạnh nêu trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là sơ đồ cấu trúc giản lược của hệ thống truyền thông không dây theo phương án của sáng chế;

FIG.2 là sơ đồ tương tác giữa thiết bị thứ nhất và thiết bị thứ hai theo phương án của sáng chế;

FIG.3 là sơ đồ giản lược của các hướng chùm sóng;

FIG.4 đến FIG.8 là các sơ đồ giản lược của xử lý lựa chọn chùm sóng và kết hợp có trọng số theo phương án của sáng chế;

FIG.9 là sơ đồ giản lược trong đó băng tần số hệ thống được chia thành nhiều băng con;

FIG.10A và FIG.10B là sơ đồ giản lược của cách thức phản hồi thông tin kênh theo phương án của sáng chế;

FIG.11 là sơ đồ giản lược của các chùm sóng được tạo thành bởi các anten trong một chiều phân cực hóa;

FIG.12 là sơ đồ giản lược của các chùm sóng được tạo ra bởi anten phân cực hóa kép thông qua tiền mã hóa;

FIG.13 là sơ đồ cấu trúc giản lược của thiết bị thứ nhất theo phương án của sáng chế; và

FIG.14 là sơ đồ cấu trúc giản lược của thiết bị thứ hai theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để làm cho các mục đích, các giải pháp kỹ thuật, và các hiệu quả của sáng chế trở nên dễ hiểu hơn, phần sau đây đưa ra các mô tả chi tiết. Các phần mô tả chi tiết mô tả các phương án thực hiện khác nhau của thiết bị và/hoặc phương pháp bằng cách sử dụng các sơ đồ khối, các lưu đồ, và/hoặc các ví dụ. Các sơ đồ khối, các lưu đồ, và/hoặc các ví dụ bao gồm một hoặc nhiều chức năng và/hoặc hoạt động. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu rằng mỗi chức năng và/hoặc hoạt động trong các sơ đồ khối, các lưu đồ, và/hoặc các ví dụ có thể được thực hiện một cách độc lập và/hoặc đồng thời bằng cách sử dụng phần cứng, phần mềm, và vi chương trình khác nhau, hoặc kết hợp bất kỳ của phần cứng, phần mềm, và vi chương trình.

Trong các phương án của sáng chế, thiết bị thứ hai gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị thứ nhất. Thiết bị thứ nhất thực hiện việc đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu thu được, tạo ra thông tin kênh, và phản hồi thông tin kênh tới

thiết bị thứ hai. Thiết bị thứ hai xác định ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thu được, và gửi dữ liệu tới thiết bị thứ nhất dựa trên ma trận tiền mã hóa được xác định.

Trong các phương án của sáng chế, các giải pháp có thể được phân loại thành Giải pháp 1 và Giải pháp 2, dựa trên thông tin kênh khác nhau được phản hồi bởi thiết bị thứ nhất và các cách thức khác nhau để cấu thành ma trận tiền mã hóa.

Trong Giải pháp 1, các tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị thứ hai là tín hiệu tham chiếu mà trên đó việc điều hướng chùm sóng không được thực hiện và tín hiệu tham chiếu mà trên đó việc điều hướng chùm sóng được thực hiện. Tín hiệu tham chiếu mà trên đó việc điều hướng chùm sóng không được thực hiện tương ứng với $H=1$, và tín hiệu tham chiếu mà trên đó việc điều hướng chùm sóng được thực hiện tương ứng với $H>1$. Đối với $H>1$, các nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu khác nhau tương ứng với các hướng chùm sóng khác nhau, và các cổng anten trong một nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu tương ứng với cùng hướng chùm sóng. Ví dụ, có $H=4$ nhóm, và mỗi nhóm có tám cổng anten. Hướng chùm sóng 1 thu được bằng cách thực hiện việc điều hướng chùm sóng giống nhau trên tất cả tám cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ nhất, hướng chùm sóng 2 thu được bằng cách thực hiện việc điều hướng chùm sóng giống nhau trên tất cả tám cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ hai, và v.v. Thiết bị thứ nhất thực hiện việc đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu thu được, và phản hồi, tới thiết bị thứ hai, thông tin kênh thứ hai của hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M vector thứ nhất. M vector thứ nhất có thể là các vector được chứa trong từ mã W_1 tương ứng với ma trận tiền mã hóa W nêu trên. Theo cách này, khi tạo ra ma trận tiền mã hóa, thiết bị thứ hai có thể thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M vector thứ nhất dựa trên hệ số kết hợp có trọng số được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ hai thu được, thay vì lựa chọn chỉ một vector từ nhiều vector, sao cho ma trận tiền mã hóa được tạo ra là chính xác hơn, nhờ đó cải thiện khả năng thích nghi liên kết của thiết bị thứ

hai để gửi dữ liệu, và cải thiện hiệu năng hệ thống.

Trong Giải pháp 2, nếu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị thứ hai là tín hiệu tham chiếu mà trên đó việc điều hướng chùm sóng được thực hiện, thiết bị thứ nhất thực hiện việc đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu thu được, và phản hồi, tới thiết bị thứ hai, thông tin kênh thứ hai của hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu. Theo cách này, khi tạo ra ma trận tiền mã hóa, thiết bị thứ hai có thể thực hiện việc kết hợp có trọng số trên M cổng anten dựa trên hệ số kết hợp có trọng số được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ hai thu được, sao cho ma trận tiền mã hóa tương đối chính xác có thể cũng được tạo ra, nhờ đó cũng cải thiện khả năng thích nghi liên kết của thiết bị thứ hai để gửi dữ liệu, và cải thiện hiệu năng hệ thống.

Các phương án của sáng chế được mô tả dưới đây chi tiết có viện dẫn tới các hình vẽ kèm theo.

Đầu tiên, thành phần của hệ thống truyền thông không dây mà cả giải pháp 1 và giải pháp 2 có thể được áp dụng tới được mô tả.

FIG.1 là sơ đồ cấu trúc giản lược của hệ thống truyền thông không dây theo phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên FIG.1, hệ thống truyền thông không dây bao gồm thiết bị thứ nhất 101 và thiết bị thứ hai 102.

Thiết bị thứ hai 102 gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị thứ nhất 101. Thiết bị thứ nhất 101 thực hiện việc đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu thu được từ thiết bị thứ hai 102, và gửi, tới thiết bị thứ hai 102, thông tin kênh được sử dụng để chỉ báo kết quả đánh giá kênh. Thiết bị thứ hai 102 gửi dữ liệu tới thiết bị thứ nhất 101 dựa trên thông tin kênh thu được.

Xử lý tương tác nêu trên giữa thiết bị thứ nhất 101 và thiết bị thứ hai 102 có thể được thể hiện trên FIG.2.

Thiết bị thứ nhất 101 có thể là thiết bị mạng như trạm gốc, và thiết bị thứ hai 102 có thể là thiết bị đầu cuối. Ngoài ra, thiết bị thứ nhất 101 có thể là thiết bị đầu cuối, và thiết bị thứ hai 102 có thể là thiết bị mạng. Ngoài ra, cả thiết bị thứ nhất 101 và thiết bị thứ hai 102 là các thiết bị đầu cuối. Ngoài ra, cả thiết bị

thứ nhất 101 và thiết bị thứ hai 102 là các thiết bị mạng.

Miễn là thiết bị thứ hai 102 gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị thứ nhất 101, và thiết bị thứ nhất 101 thực hiện việc đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu và phản hồi thông tin kênh, giải pháp 1 hoặc giải pháp 2 được đề xuất trong các phương án của sáng chế có thể được sử dụng để báo cáo thông tin kênh và gửi dữ liệu, để thu được kết quả đánh giá kênh chính xác hơn và cải thiện hiệu quả thích nghi liên kết.

Ngoài ra, bất kể cách thức song công được sử dụng khi thiết bị thứ nhất 101 và thiết bị thứ hai 102 truyền thông với nhau, như cách thức song công FDD nêu trên hoặc cách thức song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplexing, TDD), giải pháp 1 hoặc giải pháp 2 được đề xuất trong các phương án của sáng chế có thể được sử dụng, để thu được kết quả đánh giá kênh chính xác và cải thiện hiệu quả thích nghi liên kết.

Tiêu chuẩn truyền thông để truyền thông giữa thiết bị thứ nhất 101 và thiết bị thứ hai 102 có thể bao gồm nhưng không bị giới hạn ở Hệ thống toàn cầu dùng cho truyền thông di động (Global System for Mobile Communications, GSM), Đa truy nhập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access, CDMA) IS-95, Đa truy nhập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access, CDMA) 2000, Đa truy nhập phân chia theo mã đồng bộ thời gian (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, TD-SCDMA), Đa truy nhập phân chia theo mã băng rộng (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA), Phát triển dài hạn-Song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplexing-Long Term Evolution, TDD LTE), Phát triển dài hạn-Song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplexing-Long Term Evolution, FDD LTE), Phát triển dài hạn cải tiến (Long Term Evolution-Advanced, LTE-advanced), Hệ thống điện thoại cầm tay cá nhân (Personal Handyphone System, PHS), Wifi (Wireless Fidelity, WiFi) được quy định bởi các loạt giao thức 802.11, Khả năng tương tác toàn cầu với truy nhập viba (Worldwide Interoperability for Microwave Access, WiMAX), và các hệ thống truyền thông không dây cải tiến khác trong tương lai.

Thiết bị đầu cuối có thể là thiết bị đầu cuối không dây. Thiết bị đầu cuối không dây có thể là thiết bị mà cung cấp kết nối thoại và/hoặc dữ liệu cho người dùng, thiết bị cầm tay có chức năng kết nối không dây, hoặc thiết bị xử lý khác được kết nối tới môđem không dây. Thiết bị đầu cuối không dây có thể truyền thông với một hoặc nhiều mạng lõi bằng cách sử dụng mạng truy nhập vô tuyến (ví dụ, RAN - Radio Access Network). Thiết bị đầu cuối không dây có thể là thiết bị đầu cuối di động như điện thoại di động (cũng được gọi là điện thoại “tế bào”) và máy tính có thiết bị đầu cuối di động, ví dụ, có thể là thiết bị di động, có kích cỡ bỏ túi, cầm tay, lắp trong máy tính, hoặc lắp trong xe, mà trao đổi thoại và/hoặc dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến. Ví dụ, thiết bị đầu cuối không dây này có thể là thiết bị như điện thoại dịch vụ truyền thông cá nhân (PCS - Personal Communications Service), điện thoại không dây, điện thoại giao thức khởi tạo phiên (SIP), trạm lặp cục bộ không dây (WLL - Wireless Local Loop), hoặc thiết bị hỗ trợ cá nhân số (PDA - Personal Digital Assistant). Thiết bị đầu cuối không dây cũng có thể là đơn vị thuê bao (Subscriber Unit), trạm thuê bao (Subscriber Station), trạm di động (Mobile Station), thiết bị di động (Mobile), trạm từ xa (Remote Station), điểm truy nhập (Access Point), thiết bị đầu cuối từ xa (Remote Terminal), thiết bị đầu cuối truy nhập (Access Terminal), thiết bị đầu cuối người dùng (User Terminal), trạm người dùng (User Agent), thiết bị người dùng (User Device), hoặc dụng cụ người dùng (User Equipment).

Thiết bị mạng có thể bao gồm trạm gốc hoặc thiết bị quản lý tài nguyên vô tuyến để điều khiển trạm gốc; hoặc có thể bao gồm trạm gốc và thiết bị quản lý tài nguyên vô tuyến để điều khiển trạm gốc. Trạm gốc có thể là trạm gốc macrô hoặc trạm gốc micrô, như tế bào nhỏ (small cell) hoặc tế bào picô (pico cell). Ngoài ra, trạm gốc có thể là trạm gốc gia đình, như Nút B gia đình (Home NodeB, HNB) hoặc Nút B gia đình cải tiến (Home eNodeB, HeNB). Trạm gốc cũng có thể bao gồm nút chuyển tiếp (relay) và loại tương tự.

Ví dụ, trong hệ thống LTE như TDD LTE, FDD LTE, hoặc LTE-A, thiết bị mạng có thể là nút B cải tiến (evolved NodeB, eNodeB), và thiết bị đầu cuối có thể là UE. Trong hệ thống TD-SCDMA hoặc hệ thống WCDMA, thiết bị

mạng có thể bao gồm nút B (NodeB) và/hoặc bộ điều khiển mạng vô tuyến (Radio Network Controller, RNC), và thiết bị đầu cuối có thể là UE. Trong hệ thống GSM, thiết bị mạng có thể bao gồm trạm thu phát gốc (Base Transceiver Station, BTS) và/hoặc bộ điều khiển trạm gốc (Base Station Controller, BSC), và thiết bị đầu cuối có thể là trạm di động (Mobile Station, MS). Trong hệ thống WiFi, thiết bị mạng có thể bao gồm điểm truy nhập (Access Point, AP) và/hoặc bộ điều khiển truy nhập (Access Controller, AC), và thiết bị đầu cuối có thể là thiết bị trạm (Station, STA).

Giải pháp 1 và Giải pháp 2 được mô tả riêng biệt dưới đây có viện dẫn tới hệ thống truyền thông không dây được thể hiện trên FIG.1.

Giải pháp 1

Trong giải pháp 1, thông tin kênh được gửi bởi thiết bị thứ nhất 101 tới thiết bị thứ hai 102 được thể hiện trong Bảng 1 sau đây.

Bảng 1: Thông tin kênh trong Giải pháp 1

Thông tin kênh	Ý nghĩa	Mô tả
Thông tin kênh thứ nhất	Thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất	
Thông tin kênh thứ hai	Hệ số kết hợp có trọng số	Được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, và bao gồm hệ số thứ nhất và/hoặc hệ số thứ hai Hệ số thứ nhất: hệ số biên độ Hệ số thứ hai: hệ số pha hoặc hệ số độ trễ thời gian
Thông tin kênh thứ ba	Độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu	
Thông tin kênh thứ tư	Thông tin lựa chọn được sử dụng để lựa chọn N vector thứ nhất từ M vector thứ nhất	

I. Vector thứ nhất và thông tin kênh

M vector thứ nhất là M vector thứ nhất trong tập hợp đa năng của các vector thứ nhất. Giá trị của M có thể được thiết lập trước, ví dụ, có thể được xác định trước trong tiêu chuẩn truyền thông được tuân theo bởi cả thiết bị thứ nhất 101 và thiết bị thứ hai 102 khi thiết bị thứ nhất 101 và thiết bị thứ hai 102 truyền thông với nhau, hoặc có thể được thông báo bởi thiết bị thứ nhất 101 tới thiết bị thứ hai 102 trước khi thiết bị thứ nhất 101 gửi thông tin kênh thứ nhất tới thiết bị thứ hai 102, hoặc có thể được thông báo bởi thiết bị thứ hai 102 tới thiết bị thứ nhất 101 trước khi thiết bị thứ hai 102 gửi tín hiệu tham chiếu.

Ở đây, tập hợp đa năng của các vector thứ nhất được ký hiệu là $\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{b}_{L-1}]$, trong đó L là số nguyên dương, và là số lượng vector thứ nhất được chứa trong tập hợp đa năng của các vector thứ nhất.

Trong tập hợp đa năng của các vector thứ nhất, mỗi vector thứ nhất có thể biểu diễn một hướng của chùm sóng được gửi bởi thiết bị thứ hai 102 tới thiết bị thứ nhất 101.

Viện dẫn tới FIG.3, Giả thiết rằng $L=12$. Trong trường hợp này, $\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{b}_{11}]$, và các vector $\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{b}_{11}$ lần lượt biểu diễn 12 hướng chùm sóng trên FIG.3.

Thiết bị thứ nhất 101 gửi thông tin kênh thứ nhất tới thiết bị thứ hai 102 để thông báo cho thiết bị thứ hai 102 về hướng chùm sóng mà từ đó thiết bị thứ nhất 101 kỳ vọng thu tín hiệu tham chiếu, và gửi thông tin kênh thứ hai tới thiết bị thứ hai 102 để thông báo cho thiết bị thứ hai 102 rằng chùm sóng được kết hợp mà thiết bị thứ nhất 101 kỳ vọng thu là lượng điều chỉnh kết hợp có trọng số của việc tính trọng số biên độ và pha của mỗi hướng chùm sóng tương ứng (mỗi vector thứ nhất) trong thông tin kênh thứ nhất.

Khi xác định thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai, thiết bị thứ nhất 101 có thể đo lường tín hiệu tham chiếu để thu được kết quả đánh giá kênh; xác định hướng chùm sóng mà trong đó thiết bị thứ hai 102 cần gửi dữ

liệu khi tỷ lệ tín hiệu tham chiếu trên tạp âm (Signal to Noise Ratio, SNR) thu được tối đa có thể được đạt tới hoặc dung lượng được tối đa hóa, và lượng điều chỉnh kết hợp có trọng số của việc tính trọng số biên độ và pha trong mỗi hướng chùm sóng mà trong đó thiết bị thứ hai 102 cần gửi dữ liệu; và sau đó thông báo cho thiết bị thứ hai 102 bằng cách sử dụng thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai.

Vẫn giả thiết rằng $L=12$, và $\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{b}_{11}]$. Nếu cấu trúc bảng mã tầng kép $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \times \mathbf{W}_2$ được sử dụng cho ma trận tiền mã hóa, $M=4$, và thiết bị thứ nhất 101 lựa chọn bốn vector thứ nhất đầu tiên: $\mathbf{b}_0$, $\mathbf{b}_1$, $\mathbf{b}_2$, và $\mathbf{b}_3$, ma trận tiền mã hóa $\mathbf{W}$ có thể được chỉ báo là:

$$\mathbf{W} = \frac{1}{\|\mathbf{q}\|} \begin{bmatrix} b_0 & b_1 & b_2 & b_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_0 & b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k \\ \varphi_n c_k \end{bmatrix} \quad \text{Công thức 4; trong đó}$$

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} b_0 & b_1 & b_2 & b_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_0 & b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix}, \text{ và } \mathbf{W}_2 = \begin{bmatrix} c_k \\ \varphi_n c_k \end{bmatrix}.$$

Thông tin kênh thứ nhất được sử dụng để nhận dạng $\mathbf{b}_0$, $\mathbf{b}_1$, $\mathbf{b}_2$, và $\mathbf{b}_3$.

Thông tin kênh thứ hai là $c_k = p_k * \alpha_k$, trong đó $p_k \in \{p_0, p_1, p_2, p_3\} = \{\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{8}, \frac{7}{8}\}$, $\alpha_k \in \{\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3\} \in \{1, -1, j, -j\}$, p_k là hệ số biên độ, α_k là hệ số pha, p_0 được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số biên độ trên $\mathbf{b}_0$, α_0 được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số pha trên $\mathbf{b}_0$, và v.v. $\|\mathbf{q}\|$ là hệ số chuẩn hóa. Giá trị của hệ số biên độ và giá trị của hệ số pha ở đây chỉ là các ví dụ. Toàn bộ xử lý lựa chọn chùm sóng và kết hợp có trọng số có thể được thể hiện trên FIG.4. Các chùm sóng $\mathbf{b}_0$, $\mathbf{b}_1$, $\mathbf{b}_2$, và $\mathbf{b}_3$ được lựa chọn bằng cách sử dụng $\mathbf{W}_1$, việc tính trọng số pha được thực hiện trên các chùm sóng bằng cách sử dụng α_k , để thu nhận các vector $\mathbf{b}'_0$, $\mathbf{b}'_1$, $\mathbf{b}'_2$, và $\mathbf{b}'_3$ sau khi tính trọng số pha. Các chùm sóng $\mathbf{b}''_0$, $\mathbf{b}''_1$, $\mathbf{b}''_2$, và $\mathbf{b}''_3$ thu được bằng cách thực hiện việc tính trọng số biên độ bằng cách sử dụng p_k , và sau đó các vector $\mathbf{b}''_0$, $\mathbf{b}''_1$, $\mathbf{b}''_2$, và $\mathbf{b}''_3$ được kết hợp để thu được một vector được kết hợp. Vector này

tương ứng với một chùm sóng được kết hợp. Trên FIG.4, việc tính trọng số pha được thực hiện trước khi tính trọng số biên độ, và FIG.4 ở đây chỉ là sơ đồ giản lược. Thực tế, việc tính trọng số biên độ có thể được thực hiện trước việc tính trọng số pha, hoặc việc tính trọng số biên độ và tính trọng số pha có thể được thực hiện đồng thời. Một cách tùy chọn, nếu lượng trọng số pha đối với tất cả vectơ là giống nhau, thiết bị thứ nhất 101 có thể phản hồi chỉ một hệ số pha đối với nhiều chùm sóng. Tương tự, nếu các giá trị trọng số biên độ đối với tất cả vectơ là giống nhau, thiết bị thứ nhất 101 có thể phản hồi chỉ một hệ số biên độ cho nhiều vectơ, như p được thể hiện trên FIG.5.

Các vectơ thứ nhất có thể là các vectơ được chứa trong từ mã W_1 tương ứng với ma trận tiền mã hóa W nêu trên, và có thể là các vectơ biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform, DFT), ví dụ, dưới dạng được thể hiện trong công thức 5 sau đây:

$$DFT = [b_0 \quad b_1 \quad \dots \quad b_{L-1}] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & e^{j\frac{2\pi}{L}} & \dots & e^{j\frac{2\pi}{L}(L-1)} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & e^{j\frac{2\pi}{L}(I-1)} & \dots & e^{j\frac{2\pi}{L}(I-1)(L-1)} \end{bmatrix} \quad \text{Công thức 5}$$

L và I là các số nguyên dương, và L chỉ báo số lượng vectơ thứ nhất được chứa trong tập hợp đa năng của các vectơ thứ nhất, nói cách khác, chỉ báo số lượng chùm sóng mà nằm trong các hướng chùm sóng khác nhau và có thể được gửi bởi thiết bị thứ hai 102. I là số chiều của vectơ thứ nhất, bằng số lượng công anten đối với tín hiệu tham chiếu khi cách thức phân cực hóa đơn được sử dụng cho anten được sử dụng bởi thiết bị thứ hai 102 để gửi tín hiệu tham chiếu, và bằng một nửa số lượng công anten đối với tín hiệu tham chiếu khi cách thức phân cực hóa kép được sử dụng cho anten được sử dụng bởi thiết bị thứ hai 102 để gửi tín hiệu tham chiếu. Công anten đối với tín hiệu tham chiếu là công anten được sử dụng bởi thiết bị thứ hai 102 để gửi tín hiệu tham chiếu.

Ví dụ, nếu $L=32$, và $I=4$,

$$B = [b_0 \quad b_1 \quad \dots \quad b_{31}] \quad \text{Công thức 6; trong đó}$$

$$[B]_{1+i,1+l} = e^{j\frac{2\pi il}{32}}, \quad i = 0, 1, 2, 3, l = 0, 1, \dots, 31.$$

Thông tin kênh thứ hai có thể bao gồm chỉ hệ số thứ nhất, hoặc bao gồm chỉ hệ số thứ hai, hoặc bao gồm cả hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai.

Ví dụ, nếu thông tin kênh thứ hai bao gồm chỉ hệ số thứ nhất, khi việc kết hợp có trọng số được thực hiện trên M vector thứ nhất, việc tính trọng số pha có thể không được thực hiện trên các vector, hoặc việc tính trọng số pha được thực hiện trên M vector thứ nhất dựa trên cùng lượng trọng số pha được thiết lập trước, hoặc việc tính trọng số pha được thực hiện dựa trên các lượng trọng số pha khác nhau được thiết lập trước đối với các vector thứ nhất khác nhau. Do lượng trọng số pha được thiết lập trước, thiết bị thứ nhất 101 không cần phản hồi lượng trọng số pha này tới thiết bị thứ hai 102.

Theo ví dụ khác, nếu thông tin kênh thứ hai bao gồm chỉ hệ số thứ hai, khi việc kết hợp có trọng số được thực hiện trên M vector thứ nhất, việc tính trọng số có thể được thực hiện trên các vector thứ nhất dựa trên cùng giá trị biên độ được thiết lập trước, hoặc việc tính trọng số được thực hiện riêng biệt trên các vector thứ nhất dựa trên các hệ số biên độ khác nhau được thiết lập trước đối với các vector thứ nhất khác nhau. Do giá trị biên độ được thiết lập trước, thiết bị thứ nhất 101 không cần phản hồi giá trị biên độ này tới thiết bị thứ hai 102.

Hệ số pha và hệ số độ trễ thời gian trong hệ số thứ hai được sử dụng thực tế để lần lượt thực hiện việc tính trọng số pha trên vector thứ nhất từ các khía cạnh của miền tần số và miền thời gian. Độ trễ thời gian trong miền thời gian là tương đương với trọng số pha trong miền tần số. Do đó, nếu hệ số pha cần được phản hồi, chỉ hoặc hệ số pha và hệ số độ trễ thời gian cần được phản hồi. Một cách tùy chọn, cách thức phản hồi của hệ số pha là phản hồi dựa trên băng con, và cách thức phản hồi của hệ số độ trễ thời gian là phản hồi dựa trên băng rộng.

Thông tin kênh thứ ba được sử dụng để chỉ báo độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu. Ví dụ, hai nhóm cổng anten có hai hướng phân cực hóa khác nhau. Trong trường hợp này, độ lệch pha chỉ báo độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten có các hướng phân cực hóa khác nhau. Ví dụ,

có tổng số tám cổng anten, bốn cổng anten được phân cực ngang, và bốn cổng anten còn lại được phân cực dọc. Trong trường hợp này, thông tin kênh thứ ba được sử dụng để chỉ báo độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten mà lần lượt được phân cực ngang và được phân cực dọc.

M vector thứ nhất là một vài vector thứ nhất trong tập hợp đa năng của các vector thứ nhất. Trong cách thức thực hiện tùy chọn, tập hợp đa năng của các vector thứ nhất được chia thành K nhóm vector, và K là số nguyên dương. M vector thứ nhất thuộc về X nhóm vector, và X nhóm vector là một vài hoặc tất cả K nhóm vector. K là số nguyên dương, và X là số nguyên dương không lớn hơn K.

Các nhóm vector khác nhau trong K nhóm vector bao gồm hoặc không bao gồm cùng vector thứ nhất.

Ví dụ, tập hợp đa năng của các vector thứ nhất là $B = [b_0 \ b_1 \ \cdots \ b_{31}]$. Các vector $b_0 \ b_1 \ \cdots \ b_{31}$ gồm tất cả 32 vector thứ nhất.

Cách thức tạo nhóm mà trong đó các nhóm vector khác nhau trong K nhóm vector không bao gồm cùng vector thứ nhất có thể như sau: $b_0 \ b_1 \ \cdots \ b_{31}$ được nhóm thành tám nhóm (K=8), và mỗi nhóm có bốn vector thứ nhất. Ví dụ, b_0, b_1, b_2 , và b_3 tạo thành nhóm vector, b_4, b_5, b_6 , và b_7 tạo thành nhóm vector, và v.v.

Cách thức tạo nhóm mà trong đó các nhóm vector khác nhau trong K nhóm vector bao gồm cùng vector thứ nhất có thể như sau: $b_0 \ b_1 \ \cdots \ b_{31}$ được nhóm thành 16 nhóm (K=16), và mỗi nhóm có bốn vector thứ nhất. Ví dụ, b_0, b_1, b_2 , và b_3 tạo thành nhóm vector, b_2, b_3, b_4 , và b_5 tạo thành nhóm vector, và v.v.

Phần sau đây cũng mô tả cách thức tạo nhóm mà trong đó các nhóm vector khác nhau trong K nhóm vector bao gồm cùng vector thứ nhất: 32 vector thứ nhất được chia thành tổng số 16 nhóm, số hiệu nhóm k là 0 đến 15, và K=16.

$$X^{(k)} \in \left\{ [b_{2k \bmod 32} \ b_{(2k+1) \bmod 32} \ b_{(2k+2) \bmod 32} \ b_{(2k+3) \bmod 32}] : k = 0, 1, \dots, 15 \right\}$$

Công thức 7; trong đó

$$W_1^{(k)} = \begin{bmatrix} X^{(k)} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & X^{(k)} \end{bmatrix}.$$

Nếu M vector thứ nhất bao gồm hai nhóm vector $X^{(i)}$ và $X^{(j)}$,

$$W_1 = \begin{bmatrix} X^{(i)} & X^{(j)} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & X^{(i)} & X^{(j)} \end{bmatrix}.$$

Trong trường hợp này,

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} b_{i,0} & b_{i,1} & b_{i,2} & b_{i,3} & b_{j,0} & b_{j,1} & b_{j,2} & b_{j,3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{i,0} & b_{i,1} & b_{i,2} & b_{i,3} & b_{j,0} & b_{j,1} & b_{j,2} & b_{j,3} \end{bmatrix} W_2 \quad \text{Công}$$

thức 8; trong đó

$b_{i,0}$, $b_{i,1}$, $b_{i,2}$, và $b_{i,3}$ là bốn vector trong nhóm vector i, $b_{j,0}$, $b_{j,1}$, $b_{j,2}$, và $b_{j,3}$ là bốn vector trong nhóm vector j, tám vector này cùng nhau cấu thành M vector thứ nhất, $M=8$, và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa, và bằng căn bậc hai của của tổng bình phương môđun của tất cả phần tử trong W, sao cho tổng công suất của tất cả chùm sóng là 1.

Nếu cách thức tạo nhóm nêu trên được sử dụng, thông tin kênh thứ nhất bao gồm số hiệu nhóm của mỗi X nhóm vector bao gồm M vector thứ nhất trong K nhóm vector, ví dụ, thông tin được sử dụng để chỉ báo các số hiệu nhóm vector nêu trên i và j. Trong cách thức phản hồi này, số lượng bit thông tin của thông tin kênh thứ nhất có thể được làm giảm.

Giả thiết rằng thiết bị thứ nhất 101 lựa chọn nhóm vector i và nhóm vector j, W_2 được sử dụng để thực hiện riêng biệt việc tính trọng số, ví dụ, bao gồm cả việc tính trọng số biên độ và tính trọng số pha, trên tất cả các vector thứ nhất trong $W_1^{(i)}$ và $W_1^{(j)}$. Trong trường hợp này, biểu thức của W_2 có thể là:

$$W_2 = \begin{bmatrix} c_i \\ c_j \\ \varphi_n c_i \\ \varphi_n c_j \end{bmatrix} \quad \text{Công thức 9; trong đó}$$

$$c_i = [c_{i,0} \quad c_{i,1} \quad c_{i,2} \quad c_{i,3}]^T, \text{ và } c_j = [c_{j,0} \quad c_{j,1} \quad c_{j,2} \quad c_{j,3}]^T.$$

$$c_{i,k} = p_{i,k} * \alpha_{i,k}. \text{ Ví dụ, } p_{i,k} \in \{\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{8}, \frac{7}{8}\}, \text{ và } \alpha_{i,k} \in \{1, -1, j, -j\}, \text{ trong đó } \alpha_{i,k}$$

là lượng điều chỉnh pha trước khi các vector thứ nhất được kết hợp, $\{1, -1, j, -j\}$

định trước chỉ là ví dụ, và lượng điều chỉnh pha không bị giới hạn ở bốn giá trị này; $p_{i,k}$ là lượng điều chỉnh biên độ trước khi các vector thứ nhất được kết hợp; và các vector thứ nhất trong cùng nhóm vector có thể có cùng hệ số biên độ và cùng hệ số trọng số.

Trong trường hợp ứng dụng của việc tạo nhóm các vector thứ nhất, các chùm sóng có thể được chia thành các cụm (cluster) chùm sóng khác nhau. Thực tế, thiết bị thứ nhất 101 có thể lựa chọn, từ nhiều cụm, cụm chùm sóng mà trong cường độ tín hiệu thu hoặc giá trị công suất tín hiệu tham chiếu thu là tương đối lớn. Theo cách này, sau khi thiết bị thứ nhất 101 phản hồi thông tin kênh, thiết bị thứ hai 102 có thể gửi riêng biệt dữ liệu trên các chùm sóng trong nhiều cụm chùm sóng, và thiết bị thứ nhất 101 có thể thu dữ liệu đường xuống trên nhiều chùm sóng với chất lượng thu tốt hơn, sao cho hiệu năng là tốt hơn.

Viện dẫn tới FIG.6, đầu tiên, hai nhóm vector thứ nhất được lựa chọn. Nhóm vector 1 bao gồm bốn vector thứ nhất: b_0 , b_1 , b_2 , và b_3 , và các chùm sóng được biểu diễn bởi bốn vector cấu thành cụm chùm sóng tương đối mạnh: cụm 1. Nhóm vector 2 bao gồm bốn vector thứ nhất: b_4 , b_5 , b_6 , và b_7 , và các chùm sóng được biểu diễn bởi bốn vector cấu thành cụm chùm sóng tương đối mạnh: cụm 2. $W_1^{(1)}$ được sử dụng để lựa chọn cụm 1, và $W_1^{(2)}$ được sử dụng để lựa chọn cụm 2. $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ được sử dụng lần lượt để thực hiện việc tính trọng số pha trên các chùm sóng được biểu diễn bởi các vector thứ nhất b_0 , b_1 , b_2 , và b_3 . Các vector thứ nhất thu được sau khi tính trọng số pha lần lượt là b'_0 , b'_1 , b'_2 , và b'_3 . $\alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7$ lần lượt được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số pha trên các chùm sóng được biểu diễn bởi các vector thứ nhất b_4 , b_5 , b_6 , và b_7 . Các vector thứ nhất thu được sau khi tính trọng số pha lần lượt là b'_4 , b'_5 , b'_6 , và b'_7 . Trên FIG.6, các hệ số biên độ của tất cả vector trong nhóm vector 1 (tức là, cụm 1) là p_0 , và các hệ số biên độ của tất cả vector trong nhóm vector 2 (tức là, cụm 2) là p_1 . Do đó, khi gửi thông tin kênh thứ hai, thiết bị thứ nhất 101 có thể phản hồi chỉ một hệ số biên độ p_0 đối với tất cả các vector thứ nhất trong nhóm vector 1, và phản hồi chỉ một hệ số biên độ p_1 đối với tất cả các vector thứ nhất

trong nhóm vector 2.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất 101 có thể còn gửi, tới thiết bị thứ hai 102, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của X, cụ thể, số lượng nhóm vector mà M vector thứ nhất thuộc về. Ngoài ra, thiết bị thứ nhất 101 thu, từ thiết bị thứ hai 102, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của X.

Trong ví dụ nêu trên, các số lượng vector thứ nhất được chứa trong các nhóm vector khác nhau là giống nhau. Tuy nhiên, trong cách thức thực hiện thực tế, các số lượng của các vector thứ nhất được chứa trong các nhóm vector khác nhau có thể không giống nhau, như được thể hiện trên FIG.7.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn, các nhóm vector khác nhau trong X nhóm vector nêu trên tương ứng với cùng thông tin kênh thứ hai. Đối với các nhóm vector khác nhau, thiết bị thứ nhất 101 gửi chỉ cùng một đoạn thông tin kênh thứ hai tới thiết bị thứ hai 102. Theo cách này, số lượng bit của thông tin kênh thứ hai có thể được làm giảm.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn khác, các nhóm vector khác nhau tương ứng với thông tin kênh thứ hai khác nhau. Đối với các nhóm vector khác nhau, thiết bị thứ nhất 101 cần phản hồi riêng biệt thông tin kênh thứ hai.

Viện dẫn tới Bảng 1, thông tin kênh thứ hai được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất. Trong trường hợp này, có các trường hợp sau đây:

Trường hợp 1: Nếu $M=N$, việc kết hợp có trọng số được thực hiện trên tất cả M vector thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai cần bao gồm hệ số trọng số của mỗi M vector thứ nhất.

Trường hợp 2: Nếu $N < M$, N vector thứ nhất có thể được lựa chọn từ M vector thứ nhất trong hai cách thức:

Hệ số kết hợp có trọng số được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ hai bao gồm phần tử 0.

Ví dụ, hệ số biên độ tương ứng với vector thứ nhất cụ thể trong M vector thứ nhất là 0. Trong trường hợp này, vector thứ nhất mà hệ số biên độ của vector này là 0 được loại bỏ khỏi M vector thứ nhất. Nói cách khác, vector thứ nhất

tương ứng với hệ số biên độ không được lựa chọn.

Thông tin kênh thứ tư được gửi để chỉ dẫn lựa chọn N vector thứ nhất từ M vector thứ nhất.

Nếu thiết bị thứ nhất 101 gửi thông tin kênh thứ tư, khi gửi thông tin kênh thứ hai, thiết bị thứ nhất 101 không cần gửi hệ số kết hợp có trọng số của mỗi M vector thứ nhất, mà gửi chỉ hệ số kết hợp có trọng số của mỗi N vector thứ nhất được lựa chọn.

Nếu M vector thứ nhất bao gồm X nhóm vector, mỗi X nhóm vector có thể có thông tin kênh thứ tư tương ứng, để lựa chọn vector thứ nhất từ nhóm vector này. Số lượng vector thứ nhất giống nhau hoặc các số lượng vector thứ nhất khác nhau có thể được lựa chọn từ các nhóm vector khác nhau.

Viện dẫn tới FIG.8, việc lựa chọn cột được thực hiện bên trong mỗi nhóm vector. Cụ thể, việc kết hợp có trọng số được thực hiện sau khi vector thứ nhất được lựa chọn. Ngoài ra, các số lượng cột khác nhau có thể được lựa chọn từ tất cả các nhóm vector. Ví dụ, đối với $W_1^{(1)}$, hai vector thứ nhất được lựa chọn (nói cách khác, hai chùm sóng được lựa chọn). Đối với $W_1^{(2)}$, ba vector thứ nhất được lựa chọn (nói cách khác, ba chùm sóng được lựa chọn). Sau đó, việc tính trọng số pha và điều chỉnh biên độ được thực hiện riêng biệt trên hai chùm sóng và ba chùm sóng.

Vector thứ nhất và mỗi đoạn thông tin kênh được mô tả nêu trên. Việc làm thế nào để xây dựng ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh được mô tả dưới đây.

II. Xây dựng ma trận tiền mã hóa

1. Ma trận tiền mã hóa được cấu thành dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba, và hạng là 1.

Ma trận tiền mã hóa W là:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} B_i & 0 \\ 0 & B_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k \\ \varphi_n c_k \end{bmatrix} \quad ; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad \cdots c_{k,m} \quad \cdots c_{k,M-1}]^T, B_i = [b_{i,0} \quad \cdots b_{i,m} \quad \cdots b_{i,M-1}]$$

B_i là M vector thứ nhất; c_k là hệ số kết hợp có trọng số, trong đó

$c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,0}$, $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,m}$, và $c_{k,M-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,M-1}$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq M$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm công anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Nếu M vector thứ nhất được nhóm lại, B_i là nhóm vector mà số hiệu nhóm của nó là i trong K nhóm vector. Trong trường hợp này, thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo i . Nếu B_i được chỉ báo là $B_i = [B_{i_0} \cdots B_{i_x} \cdots B_{i_{X-1}}]$, trong đó X nhóm vector $B_{i_0} \cdots B_{i_x} \cdots B_{i_{X-1}}$ là các nhóm vector mà các số hiệu nhóm của nó tuần tự là i_0 đến i_{X-1} trong K nhóm vector, x là số nguyên, $0 \leq x \leq X-1$, X là số nguyên dương, tất cả vector thứ nhất trong K nhóm vector cấu thành tập hợp đa năng của các vector thứ nhất, và K là số nguyên dương, thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo riêng biệt i_0 đến i_{X-1} .

2. Ma trận tiền mã hóa được cấu thành dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ tư, và hạng là 1.

Ma trận tiền mã hóa W là:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} B_i & 0 \\ 0 & B_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots & e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots & e_{m_{N-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k \\ \varphi_n c_k \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \cdots c_{k,m} \cdots c_{k,N-1}]^T, \text{ và } B_i = [b_{i,0} \ b_{i,m} \ \cdots \ b_{i,M-1}]; \text{ và}$$

B_i là M vector thứ nhất; c_k là hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất, trong đó $c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên b_{i,m_0} , $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên b_{i,m_m} , và $c_{k,N-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,m_{N-1}}$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq M-1$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm công anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; số lượng hàng của $e_{m_0} \sim e_{m_{N-1}}$ là M , và thông tin kênh thứ tư là

thông tin được sử dụng để chỉ báo m_0 đến m_{N-1} ; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất 101 gửi, tới thiết bị thứ hai 102, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của N.

Ngoài ra, thiết bị thứ nhất 101 thu, từ thiết bị thứ hai 102, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của N.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ tư có thể được sử dụng để chỉ báo

$$\begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, thông tin kênh thứ tư bao gồm M bit. Trong M bit, bit thứ m_0 đến bit thứ m_{N-1} là 1, và các bit còn lại là 0.

3. Ma trận tiền mã hóa được cấu thành dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba, và hạng là 2.

Ma trận tiền mã hóa W là:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} B_i \cdot c_k & B_j \cdot c_y \\ \varphi_n B_i \cdot c_k & -\varphi_n B_j \cdot c_y \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad c_{k,m} \quad \cdots \quad c_{k,R-1}]^T, B_i = [b_{i,0} \quad b_{i,m} \quad \cdots \quad b_{i,R-1}];$$

$$c_y = [c_{y,0} \quad c_{y,n} \quad \cdots \quad c_{y,S-1}]^T, B_j = [b_{j,0} \quad b_{j,n} \quad \cdots \quad b_{j,S-1}];$$

R và S là các số nguyên dương, $R \leq M$, $S \leq M$, và B_i và B_j cùng cấu thành M vector thứ nhất; và

c_k và c_y là các hệ số kết hợp có trọng số, trong đó $c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,0}$, $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,m}$, $c_{k,R-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{i,R-1}$, $c_{y,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{j,0}$, $c_{y,n}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{j,n}$, và $c_{y,S-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên $b_{j,S-1}$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq R-1$; n là số nguyên, và $0 \leq n \leq S-1$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

B_i là tương tự như B_j , và c_k khác với c_m ; hoặc

B_i khác với B_j , và c_k là tương tự như c_m ; hoặc

B_i khác với B_j , và c_k khác với c_m ; hoặc

B_i là tương tự như B_j , và c_k là tương tự như c_m .

4. Nếu thông tin kênh thứ hai là hệ số độ trễ thời gian, dạng của ma trận tiền mã hóa bao gồm thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai và nằm trong miền thời gian là như sau:

$$W(\tau) = \sum_{m=0}^{N-1} b_{i,m} p_m \delta(\tau - \tau_m); \text{ trong đó}$$

τ_m là hệ số độ trễ thời gian tương ứng với vector thứ m trong N vector thứ nhất.

III. Bảng mã hai chiều

Phần mô tả nêu trên trong giải pháp 1 có thể được sử dụng khi các anten truyền của thiết bị thứ hai 102 là mảng tuyến tính, và bảng mã của ma trận tiền mã hóa là bảng mã một chiều (Dimension, D). Giải pháp 1 có thể cũng được sử dụng khi các anten truyền của thiết bị thứ hai 102 bao gồm mảng anten có chiều ngang và chiều dọc. Trong trường hợp này, bảng mã của ma trận tiền mã hóa là bảng mã 2D. Trong trường hợp của bảng mã 2D, ma trận tiền mã hóa có thể vẫn được chỉ báo là $W = W_1 W_2$.

Tuy nhiên, khác với bảng mã 1D, mỗi vector thứ nhất trong W_1 tích Kronecker của các vector trong hai chiều. Các vector trong hai chiều được gọi lần lượt là "vector thứ hai" và "vector thứ ba".

B_i là M vector thứ nhất, và $B_i = [b_{i,0} \ b_{i,m} \ \dots \ b_{i,M-1}]$.

Mỗi vector thứ nhất trong B_i là tích Kronecker của vector thứ hai trong nhóm vector thứ hai và vector thứ ba trong nhóm vector thứ ba:

$$b_{i,m} = a_{p,m_1} \otimes d_{t,m_2}, \text{ trong đó}$$

$b_{i,m}$ là vector thứ nhất, a_{p,m_1} là vector thứ hai mà số hiệu của vector này là m_1 trong nhóm vector thứ hai có số hiệu là p, và d_{t,m_2} là vector thứ ba mà số hiệu của vector này là m_2 trong nhóm vector thứ ba có số hiệu là t.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin kênh con thứ nhất và thông tin kênh con thứ hai.

Thông tin kênh con thứ nhất được sử dụng để chỉ báo p , và thông tin kênh con thứ hai được sử dụng để chỉ báo t .

$$a_{p,m_1} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi \frac{(p^*S_1+m_1)}{N_1Q_1}} & \dots & e^{j2\pi \frac{(N_1-1)(p^*S_1+m_1)}{N_1Q_1}} \end{bmatrix}^T ; \text{ trong đó}$$

N_1 là số lượng cổng anten chiều thứ nhất (ví dụ, các anten chiều ngang nêu trên) trong mảng anten, Q_1 là hệ số được sử dụng để lấy mẫu trên các vector DFT mà cấu thành tập hợp từ mã của các anten chiều thứ nhất, và s_1 là số nguyên dương.

$$d_{t,m_2} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi \frac{(t^*S_2+m_2)}{N_2Q_2}} & \dots & e^{j2\pi \frac{(N_2-1)(t^*S_2+m_2)}{N_2Q_2}} \end{bmatrix}^T ; \text{ trong đó}$$

N_2 là số lượng cổng anten chiều thứ hai trong mảng anten, Q_2 là hệ số được sử dụng để lấy mẫu trên các vector DFT mà cấu thành tập hợp từ mã của các anten chiều thứ hai, và s_2 là số nguyên dương.

Một cách tùy chọn, số lượng nhóm vector thứ hai lớn hơn hoặc bằng 2, và số lượng nhóm vector thứ ba bằng 1; hoặc

Số lượng nhóm vector thứ ba lớn hơn hoặc bằng 2, và số lượng nhóm vector thứ hai bằng 1; hoặc

Số lượng nhóm vector thứ ba bằng 1, và số lượng nhóm vector thứ hai bằng 1.

Một cách tùy chọn, vector thứ hai và vector thứ ba là các vector DFT.

Số lượng vector được chứa trong tập hợp đa năng của các vector thứ hai và số lượng vector được chứa trong tập hợp đa năng của các vector thứ ba được cấu hình độc lập với nhau.

IV. Các trường hợp tạo nhóm các cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu

Phần mô tả nêu trên trong giải pháp 1 có thể áp dụng được tới trường hợp

mà trong đó các cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu không được nhóm lại. Trong trường hợp có thể thực hiện khác, tín hiệu tham chiếu nằm trên S cổng anten, và S cổng anten thuộc về H nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, trong đó H là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1. Tín hiệu tham chiếu là tín hiệu tham chiếu mà trên đó việc điều hướng chùm sóng được thực hiện.

Số chiều của vector thứ nhất là số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu khi cách thức phân cực hóa đơn được sử dụng cho anten được sử dụng bởi thiết bị thứ hai 102 để gửi tín hiệu tham chiếu. Số chiều của vector thứ nhất bằng một nửa số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu khi cách thức phân cực hóa kép được sử dụng cho anten được sử dụng bởi thiết bị thứ hai 102 để gửi tín hiệu tham chiếu.

Có thể thấy rằng khi $H=1$, nói cách khác, các cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu không được nhóm lại, tức là, trường hợp trong Giải pháp 1, Giải pháp 1 có thể áp dụng được tới trường hợp mà trong đó tín hiệu tham chiếu mà trên đó việc điều hướng chùm sóng không được thực hiện.

Ví dụ, số lượng cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu là 32, $H=1$, có chỉ một nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và số lượng cổng trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu là 32. Trong trường hợp này, số chiều của vector thứ nhất là 32 hoặc 16.

Theo ví dụ khác, số lượng cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu là 32, và $H=4$. Trong trường hợp này, 32 cổng anten được nhóm lại thành bốn nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu là 8. Ví dụ, các cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ nhất là cổng (port) 0 đến cổng 7, các cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ hai là cổng 8 đến cổng 15, các cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ ba là cổng 16 đến cổng 23, và các cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ tư là cổng 24 đến cổng 31. Trong trường hợp này, số chiều của vector thứ nhất là 8 (phân cực đơn) hoặc 4 (phân cực kép).

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất 101 còn đo lường tín hiệu tham chiếu

để thu nhận thông tin kênh thứ bảy, và gửi thông tin kênh thứ bảy tới thiết bị thứ hai.

Thông tin kênh thứ bảy bao gồm thông tin nhận dạng được sử dụng để lựa chọn Y nhóm công tài nguyên tín hiệu tham chiếu từ H nhóm công tài nguyên tín hiệu tham chiếu.

Thông tin kênh thứ bảy không được phản hồi trong cùng khung con như thông tin kênh khác, nói cách khác, được phản hồi độc lập. Ngoài ra, chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ bảy lớn hơn hoặc bằng chu kỳ phản hồi của thông tin kênh khác.

M vector thứ nhất có thể được thu nhận bằng cách thực hiện việc đo lường dựa trên Y nhóm công tài nguyên tín hiệu tham chiếu được lựa chọn từ H nhóm công tài nguyên tín hiệu tham chiếu, trong đó Y là số nguyên dương.

Một cách tùy chọn, M vector thứ nhất tương ứng với X nhóm vector, mỗi nhóm vector tương ứng với một trong số Y nhóm công tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và $X=Y$.

Ngoài ra, M vector thứ nhất tương ứng với X nhóm vector, ít nhất hai nhóm vector tương ứng với một trong số Y nhóm công tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và $X>Y$.

Khi thiết bị thứ nhất 101 phản hồi thông tin kênh thứ bảy tới thiết bị thứ hai 102, giả thiết rằng $B_i = [B_{i_0} \cdots B_{i_x} \cdots B_{i_{X-1}}]$.

X nhóm vector $B_{i_0} \cdots B_{i_x} \cdots B_{i_{X-1}}$ là các nhóm vector mà số các số hiệu nhóm lần lượt là i_0 đến i_{X-1} trong K nhóm vector, x là số nguyên, $0 \leq x \leq X-1$, và X là số nguyên dương.

Tất cả các vector thứ nhất trong K nhóm vector cấu thành tập hợp đa năng của các vector thứ nhất, và K là số nguyên dương.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin được sử dụng riêng biệt để chỉ báo i_0 đến i_{X-1} .

B_{i_0} thu được bởi thiết bị thứ nhất 101 bằng cách đo lường tín hiệu tham

chiếu được gửi trên nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ nhất trong Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu H. B_{i_x} thu được bởi thiết bị thứ nhất 101 bằng cách đo lường tín hiệu tham chiếu được gửi trên nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ X trong Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu H. B_{i_x} thu được bởi thiết bị thứ nhất 101 bằng cách đo lường tín hiệu tham chiếu được gửi trên nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thứ X trong Y nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu H.

Giải pháp 2

Trong giải pháp 2, thông tin kênh được gửi bởi thiết bị thứ nhất 101 tới thiết bị thứ hai 102 được thể hiện trong Bảng 2 sau đây.

Bảng 2: Thông tin kênh trong Giải pháp 2

Thông tin kênh	Ý nghĩa	Mô tả
Thông tin kênh thứ nhất	Thông tin nhận dạng của N cổng anten trong M cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu	
Thông tin kênh thứ hai	Hệ số kết hợp có trọng số	Được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N cổng anten, và bao gồm hệ số thứ nhất và/hoặc hệ số thứ hai Hệ số thứ nhất: hệ số biên độ Hệ số thứ hai: hệ số pha hoặc hệ số độ trễ thời gian
Thông tin kênh thứ ba	Độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten thu được bằng cách nhóm M cổng anten	

Một cách tùy chọn, hệ số kết hợp có trọng số được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ hai bao gồm phần tử 0.

Trong giải pháp 2, cách thức xây dựng ma trận tiền mã hóa là như sau.

1. Ma trận tiền mã hóa mà hạng của ma trận là 1 được cấu thành dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba trong cách thức sau đây:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_k \\ \varphi_n c_k \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad \cdots c_{k,m} \quad \cdots c_{k,N-1}]^T, \text{ và } B_i = [b_{i,0} \quad b_{i,m} \quad \cdots b_{i,M-1}]; \text{ và}$$

$$\begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix} \text{ tương ứng với thông tin kênh thứ}$$

nhất; c_k là hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên $N/2$ cổng, trong đó $c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên cổng thứ m_0 và cổng thứ $(m_0 + N/2)$, $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên cổng thứ m_m và cổng thứ $(m_m + N/2)$, và $c_{k,N-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên cổng thứ m_{N-1} và cổng thứ $(m_{N-1} + N/2)$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq M-1$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; số lượng hàng của $e_{m_0} \sim e_{m_{N-1}}$ là M ; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Một cách tùy chọn, thiết bị thứ nhất 101 gửi, tới thiết bị thứ hai 102, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của N , hoặc thiết bị thứ nhất 101 thu, từ thiết bị thứ hai 102, thông tin được sử dụng để chỉ báo giá trị của N .

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ nhất được sử dụng để chỉ báo

$$\begin{bmatrix} e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_{m_0} & \cdots e_{m_{N-1}} \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, thông tin kênh thứ nhất bao gồm M bit. Trong M bit, bit thứ m_0 đến bit thứ m_{N-1} là 1, và các bit còn lại là 0.

2. Ma trận tiền mã hóa mà hạng của ma trận là 2 được cấu thành dựa trên

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba trong cách thức sau đây:

$$W = \frac{1}{\|q\|} \begin{bmatrix} E_i \cdot c_k & E_j \cdot c_y \\ \varphi_n E_i \cdot c_k & -\varphi_n E_j \cdot c_y \end{bmatrix}; \text{ trong đó}$$

$$c_k = [c_{k,0} \quad \cdots c_{k,m} \quad \cdots \quad c_{k,R-1}]^T, E_i = [e_{i_0} \quad \cdots e_{i_m} \quad \cdots \quad e_{i_{R-1}}];$$

$$c_y = [c_{y,0} \quad \cdots c_{y,n} \quad \cdots \quad c_{y,S-1}]^T, E_j = [e_{j_0} \quad \cdots e_{j_n} \quad \cdots \quad e_{j_{S-1}}];$$

R và S là các số nguyên dương, $R \leq M$, và $S \leq M$; và

c_k và c_y là các hệ số kết hợp có trọng số, trong đó $c_{k,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ i_0 và công thứ $(i_0 + N/2)$, $c_{k,m}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ i_m và công thứ $(i_m + N/2)$, $c_{k,R-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ i_{R-1} và công thứ $(i_{R-1} + N/2)$, $c_{y,0}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ j_0 và công thứ $(j_0 + N/2)$, $c_{y,n}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ j_n và công thứ $(j_n + N/2)$, và $c_{y,S-1}$ được sử dụng để thực hiện việc tính trọng số trên công thứ j_{S-1} và công thứ $(j_{S-1} + N/2)$; m là số nguyên, và $0 \leq m \leq R-1$; n là số nguyên, và $0 \leq n \leq S-1$; φ_n là độ lệch pha giữa hai nhóm công anten đối với tín hiệu tham chiếu và được chỉ báo bởi thông tin kênh thứ ba; và $\|q\|$ là hệ số chuẩn hóa.

Một cách tùy chọn, E_i là tương tự như E_j , và c_k khác với c_m ; hoặc

E_i khác với E_j , và c_k là tương tự như c_m ; hoặc

E_i khác với E_j , và c_k khác với c_m ; hoặc

E_i là tương tự như E_j , và c_k là tương tự như c_m .

3. Nếu thông tin kênh thứ hai là hệ số độ trễ thời gian, và dạng của ma trận tiền mã hóa bao gồm thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai và nằm trong miền thời gian là như sau:

$$W(\tau) = \sum_{m=0}^{N-1} \mathbf{e}_{i_m} p_m \delta(\tau - \tau_m); \text{ trong đó}$$

τ_m là hệ số độ trễ thời gian tương ứng với vector thứ m trong N vector thứ nhất.

Ở đây, ví dụ, tín hiệu tham chiếu là tín hiệu tham chiếu - thông tin trạng thái kênh (Channel State Information-Reference Signal, CSI-RS) mà trên đó việc điều hướng chùm sóng được thực hiện. Ở đây, hướng chùm sóng đã được tạo thành sau khi xử lý tiền mã hóa được thực hiện trên mỗi cổng Anten đối với tín hiệu tham chiếu, và việc tiền mã hóa có thể là việc điều hướng chùm sóng số (digital beamforming) hoặc điều hướng chùm sóng tương tự.

Như được thể hiện trên FIG.11, bốn hướng chùm sóng b_0 , b_1 , b_2 , và b_3 lần lượt tương ứng với các cổng Anten: cổng 0, cổng 1, cổng 2, và cổng 3.

FIG.11 thể hiện chỉ các chùm sóng được tạo thành bởi các Anten trong một hướng phân cực. Nếu Anten phân cực kép được xem xét, mỗi hai nhóm Anten trong hai hướng phân cực tạo ra cùng hướng chùm sóng. Như được thể hiện trên FIG.12, một nhóm của bốn Anten trên phía bên trái tạo ra chùm sóng 1, chùm sóng 2, chùm sóng 3, và chùm sóng 4 thông qua việc tiền mã hóa và tính trọng số, và một cách tương ứng, nhóm bốn Anten khác trong hướng phân cực trên phía bên phải tạo ra chùm sóng 1, chùm sóng 2, chùm sóng 3, và chùm sóng 4 thông qua việc tiền mã hóa và tính trọng số. Thiết bị thứ hai 102 gửi các CSI-RS trên tổng số tám cổng Anten.

Giả thiết rằng có bốn đường lan truyền từ thiết bị thứ hai 102 tới thiết bị thứ nhất 101: đường trực tiếp: tia 1, và các đường phản xạ: tia 0, tia 2, và tia 3. Thiết bị thứ hai 102 truyền bốn chùm sóng để quét, mà lần lượt là chùm sóng 0, chùm sóng 1, chùm sóng 2, và chùm sóng 3. Do chùm sóng 0, chùm sóng 2, và chùm sóng 3 phù hợp với các đường lan truyền tốt hơn, thiết bị thứ nhất 101 có thể thu năng lượng của b_0 , b_2 , và b_3 . Do chùm sóng trong hướng b_1 không có đường lan truyền, thiết bị thứ nhất 101 không thể dò tìm năng lượng của chùm sóng.

Thiết bị thứ nhất 101 xác định cổng 0, cổng 2, và cổng 3 mà tương ứng

với các chùm sóng b0, b2, và b3 mà năng lượng được phát hiện vượt quá ngưỡng cụ thể, và xác định cổng 4, cổng 6, và cổng 7 trong hướng phân cực khác. Thiết bị thứ nhất 101 báo cáo thông tin lựa chọn cổng anten (tức là, thông tin kênh thứ nhất), và báo cáo thông tin tính trọng số pha và biên độ (tức là, thông tin kênh thứ hai) trên mỗi cổng anten.

$$W = W_s W_2, \text{ trong đó } W_s = \begin{bmatrix} e_m & e_n \\ e_m & e_n \end{bmatrix}, e_m \text{ là vectơ đơn vị, } e_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, e_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

e_m là vectơ cột mà trong đó phần tử thứ m là 1 và tất cả các phần tử khác là 0, số chiều của vectơ cột của e_m bằng một nửa số lượng cổng đối với tín hiệu tham chiếu tương ứng với W_1 .

Cách thức phản hồi thông tin kênh:

Bất kể giải pháp 1 hoặc giải pháp 2, khi phản hồi thông tin kênh, thiết bị thứ nhất 101 có thể sử dụng các cách thức phản hồi khác nhau đối với thông tin kênh khác nhau.

Trong phần mô tả sau đây, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất, cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba có thể áp dụng được tới cả giải pháp 1 và giải pháp 2, nhưng nội dung của thông tin kênh là khác nhau trong giải pháp 1 và giải pháp 2. Cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ tư và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ bảy có thể được áp dụng tới chỉ giải pháp 1.

Các cách thức phản hồi khác nhau được mô tả cụ thể dưới đây.

Cách thức phản hồi bao gồm phản hồi dựa trên băng rộng hoặc phản hồi dựa trên băng con, chu kỳ phản hồi, và phản hồi tương tự hoặc phản hồi sau khi lượng tử hóa. Các cách thức phản hồi được mô tả lần lượt dưới đây.

I. Phản hồi dựa trên băng rộng hoặc phản hồi dựa trên băng con

Phản hồi dựa trên băng rộng có nghĩa rằng, đối với toàn bộ băng thông hệ thống, thông tin kênh được phản hồi chỉ một lần trong một chu kỳ phản hồi.

Phản hồi dựa trên băng con có nghĩa rằng, đối với các băng con được thiết

lập trước trong băng thông hệ thống, thông tin kênh được phản hồi trên mỗi băng con trong một chu kỳ phản hồi.

Khi phản hồi dựa trên băng con được sử dụng, độ chính xác phản hồi thông tin kênh là cao hơn, nhưng thông tin tiêu đề cũng tương đối lớn. Khi phản hồi dựa trên băng rộng được sử dụng, độ chính xác phản hồi thông tin kênh là thấp, và do đó thông tin tiêu đề là tương đối nhỏ. Phản hồi dựa trên băng con có thể được sử dụng cho một vài thông tin kênh mà là quan trọng đối với việc khôi phục đặc tính kênh, hoặc đối với thông tin kênh mà trong đó độ chênh lệch giữa các giá trị của các băng con khác nhau là tương đối lớn. Phản hồi dựa trên băng rộng có thể được sử dụng cho thông tin kênh mà ít quan trọng đối với việc khôi phục đặc tính kênh, hoặc đối với thông tin kênh mà trong đó độ chênh lệch giữa các giá trị của các băng con khác nhau là nhỏ.

Viện dẫn tới FIG.9, giả thiết rằng toàn bộ băng tần số hệ thống được phân chia trước thành mười băng con (subband): băng con 1 đến băng con 10. Phản hồi dựa trên băng con có nghĩa rằng thiết bị thứ nhất 101 tạo ra thông tin kênh tương ứng đối với mỗi mười băng con. Phản hồi dựa trên băng rộng có nghĩa rằng thiết bị thứ nhất 101 tạo ra một đoạn thông tin kênh đối với toàn bộ băng tần số hệ thống.

II. Chu kỳ phản hồi

Một vài thông tin kênh mà là quan trọng đối với việc khôi phục đặc tính kênh hoặc thông tin kênh mà thay đổi tương đối nhanh theo thời gian có thể được phản hồi bằng cách sử dụng chu kỳ phản hồi tương đối ngắn. Thông tin kênh mà ít quan trọng đối với việc khôi phục đặc tính kênh hoặc thông tin kênh mà thay đổi tương đối chậm theo thời gian có thể được phản hồi bằng cách sử dụng chu kỳ phản hồi tương đối dài.

III. Phản hồi tương tự hoặc phản hồi sau khi lượng tử hóa

Một vài thông tin kênh mà là quan trọng đối với việc khôi phục đặc tính kênh có thể được phản hồi sau khi được lượng tử hóa theo cách thức lượng tử hóa độ chính xác cao, ví dụ, bằng cách sử dụng bậc lượng tử hóa tương đối lớn. Thông tin kênh mà ít quan trọng đối với việc khôi phục đặc tính kênh có thể

được phản hồi sau khi được lượng tử hóa theo cách thức lượng tử hóa độ chính xác thấp.

Mục đích của việc sử dụng các cách thức phản hồi khác nhau đối với thông tin kênh khác nhau là để đảm bảo độ chính xác phản hồi thông tin kênh, sao cho ma trận tiền mã hóa độ chính xác cao có thể được tạo ra, và để làm giảm lượng phản hồi thông tin lớn nhất có thể.

Thực tế, các cách thức phản hồi khác nhau có thể được sử dụng dựa trên các cách thức thực hiện sản phẩm khác nhau.

Ví dụ, đối với phản hồi dựa trên băng rộng hoặc phản hồi dựa trên băng con, bất kỳ cách thức phản hồi trong Bảng 3 có thể được sử dụng.

Bảng 3: Cách thức phản hồi của phản hồi dựa trên băng rộng hoặc phản hồi dựa trên băng con

Cách thức phản hồi	Thông tin kênh thứ nhất	Thông tin kênh thứ hai	Thông tin kênh thứ ba	Thông tin kênh thứ tư	Mô tả
Cách thức 1	Phản hồi dựa trên băng rộng	Phản hồi dựa trên băng con	Không phản hồi	Không phản hồi	
Cách thức 2	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng con	Không phản hồi	Không phản hồi	Băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất lớn hơn băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai
Cách thức 3	Phản hồi dựa trên băng rộng	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng con	Không phản hồi	
Cách thức 4	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng con	Không phản hồi	Băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất lớn hơn băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba

Cách thức 5	Phản hồi dựa trên bảng rộng	Phản hồi dựa trên bảng rộng	Phản hồi dựa trên bảng con	Không phản hồi	
Cách thức 6	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Không phản hồi	Cả bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất và bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai là lớn hơn so với bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba
Cách thức 7	Phản hồi dựa trên bảng rộng	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	
Cách thức 8	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất lớn hơn bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai, bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba, và bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ tư
Cách thức 9	Phản hồi dựa trên bảng rộng	Phản hồi dựa trên bảng rộng	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất và bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai là lớn hơn so với bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba và bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ tư
Cách thức 10	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng con	
Cách thức 11	Phản hồi dựa trên bảng rộng	Phản hồi dựa trên bảng rộng	Phản hồi dựa trên bảng con	Phản hồi dựa trên bảng rộng	
Cách	Phản hồi dựa trên	Phản hồi dựa trên	Phản hồi dựa trên	Phản hồi dựa trên	Bảng thông phản hồi đối với thông tin kênh

thức 12	băng con	băng con	băng con	băng con	thứ nhất, băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai, và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ tư là lớn hơn so với băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba
Cách thức 13	Phản hồi dựa trên băng rộng	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng rộng	
Cách thức 14	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng con	Phản hồi dựa trên băng con	Băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ nhất và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ tư là lớn hơn so với băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ hai và băng thông phản hồi đối với thông tin kênh thứ ba

Đối với chu kỳ phản hồi, các cách thức tùy chọn sau đây có thể được sử dụng.

Cách thức 1

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất dài hơn so với chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ tư không được phản hồi.

Cách thức 2

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất dài hơn so với chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ tư không được phản hồi.

Cách thức 3

Cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ hai là phản hồi dài hạn, và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ ba là phản hồi ngắn hạn.

Cách thức 4

Cả chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Cách thức 5

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất dài hơn so với chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai, chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba, và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ tư.

Cách thức 6

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ tư.

Cách thức 7

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất, chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai, và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ tư là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Cách thức 8

Chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ nhất và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ tư là dài hơn chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ hai và chu kỳ phản hồi của thông tin kênh thứ ba.

Ngoài việc phản hồi thông tin kênh nêu trên, thiết bị thứ nhất 101 có thể đo lường tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị thứ hai 102, để thu nhận thông tin kênh thứ năm và/hoặc thông tin kênh thứ sáu, và gửi thông tin này tới thiết bị thứ hai 102.

Thông tin kênh thứ năm bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo lượng dữ liệu được ghép kênh không gian từ thiết bị thứ hai 102 tới thiết bị thứ nhất 101, ví dụ, RI trong hệ thống LTE. Thông tin kênh thứ sáu bao gồm thông tin được sử dụng để chỉ báo chất lượng kênh của kênh từ thiết bị thứ hai 102 tới thiết bị thứ nhất 101, ví dụ, CQI trong hệ thống LTE. Cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ năm và cách thức phản hồi của thông tin kênh thứ sáu có thể được áp dụng tới cả giải pháp 1 và giải pháp 2.

Khi thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ tư không được phản hồi, các cách thức phản hồi thông tin kênh sau đây có thể được sử dụng.

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư.

Khi thông tin kênh thứ tư không được phản hồi, các cách thức phản hồi thông tin kênh sau đây có thể được sử dụng.

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong

khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng

cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ năm bằng cách sử dụng chu kỳ thứ năm, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư, và chu kỳ thứ tư không nhỏ hơn chu kỳ thứ năm.

khi cả thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ tư được phản hồi, các cách thức phản hồi thông tin kênh sau đây có thể được sử dụng.

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ tư, và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ tư, và thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ hai, thông tin kênh thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ năm, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai, và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai; hoặc

thông tin kênh thứ năm, thông tin kênh thứ nhất, và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, và thông tin kênh thứ ba và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, và chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba; hoặc

thông tin kênh thứ năm, thông tin kênh thứ nhất, và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư; hoặc

thông tin kênh thứ năm được phản hồi trong khung con thứ nhất bằng cách sử dụng chu kỳ thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ tư được phản hồi trong khung con thứ hai bằng cách sử dụng chu kỳ thứ hai, thông

tin kênh thứ hai được phản hồi trong khung con thứ ba bằng cách sử dụng chu kỳ thứ ba, thông tin kênh thứ ba được phản hồi trong khung con thứ tư bằng cách sử dụng chu kỳ thứ tư, và thông tin kênh thứ sáu được phản hồi trong khung con thứ năm bằng cách sử dụng chu kỳ thứ năm, trong đó chu kỳ thứ nhất không nhỏ hơn chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ hai không nhỏ hơn chu kỳ thứ ba, chu kỳ thứ ba không nhỏ hơn chu kỳ thứ tư, và chu kỳ thứ tư không nhỏ hơn chu kỳ thứ năm.

FIG.10A và FIG.10B thể hiện cách thức phản hồi thông tin kênh có thể được thực hiện.

Đối với phản hồi tương tự hoặc phản hồi lượng tử hóa, cách thức phản hồi linh hoạt có thể được sử dụng đối với thông tin kênh thứ hai.

Ví dụ, thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin kênh con thứ ba, và thông tin kênh con thứ ba được sử dụng để chỉ báo hệ số thứ nhất. Thông tin kênh con thứ ba không được lượng tử hóa. Ngoài ra, việc lượng tử hóa thứ nhất được thực hiện trên thông tin kênh con thứ ba, và bậc lượng tử hóa của việc lượng tử hóa thứ nhất không lớn hơn ngưỡng bậc lượng tử hóa thứ nhất được thiết lập trước.

Một cách tùy chọn, thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin kênh con thứ tư, và thông tin kênh con thứ tư được sử dụng để chỉ báo hệ số thứ hai. Thông tin kênh con thứ tư không được lượng tử hóa. Ngoài ra, việc lượng tử hóa thứ hai được thực hiện trên thông tin kênh con thứ tư, và bậc lượng tử hóa của việc lượng tử hóa thứ hai không lớn hơn ngưỡng bậc lượng tử hóa thứ hai được thiết lập trước.

FIG.13 là sơ đồ cấu trúc giản lược của thiết bị thứ nhất theo phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên FIG.13, thiết bị thứ nhất bao gồm môđun thu 1301, môđun xử lý 1302, và môđun gửi 1303.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn,

môđun thu 1301 có cấu trúc để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị thứ hai, trong đó tín hiệu tham chiếu được gửi trên S cổng anten, S cổng anten thuộc về H nhóm cổng tải nguyên tín hiệu tham chiếu, và S và H là các số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1;

môđun xử lý 1302 có cấu trúc để đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai; và

môđun gửi 1303 có cấu trúc để gửi thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai tới thiết bị thứ hai.

thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2.

Thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, trong đó N là số nguyên dương không lớn hơn M.

Hệ số kết hợp có trọng số bao gồm hệ số thứ nhất và/hoặc hệ số thứ hai.

Hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha hoặc hệ số độ trễ thời gian.

Thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai được sử dụng để cấu thành ma trận tiền mã hóa.

Số chiều của vector thứ nhất bằng số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, hoặc số chiều của vector thứ nhất bằng một nửa số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn này, đối với cách thức thực hiện tùy chọn khác của thiết bị thứ nhất, có thể viện dẫn tới thiết bị thứ nhất 101 trong giải pháp 1. Môđun thu 1301 có cấu trúc để thực hiện hoạt động thu của thiết bị thứ nhất 101, môđun xử lý 1302 có cấu trúc để thực hiện hoạt động xử lý của thiết bị thứ nhất 101, và môđun gửi 1303 có cấu trúc để thực hiện hoạt động gửi của thiết bị thứ nhất 101.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn khác,

môđun thu 1301 có cấu trúc để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị thứ hai;

môđun xử lý 1302 có cấu trúc để đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai; và

môđun gửi 1303 có cấu trúc để gửi thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai tới thiết bị thứ hai.

Thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của N cổng anten trong M cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2, và N là số nguyên dương không lớn hơn M .

Thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N cổng anten.

Hệ số kết hợp có trọng số bao gồm hệ số thứ nhất và/hoặc hệ số thứ hai.

Hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha hoặc hệ số độ trễ thời gian.

Thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai được sử dụng để cấu thành ma trận tiền mã hóa.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn này, đối với cách thức thực hiện tùy chọn khác của thiết bị thứ nhất, có thể viện dẫn tới thiết bị thứ nhất 101 trong giải pháp 2. Môđun thu 1301 có cấu trúc để thực hiện hoạt động thu của thiết bị thứ nhất 101, môđun xử lý 1302 có cấu trúc để thực hiện hoạt động xử lý của thiết bị thứ nhất 101, và môđun gửi 1303 có cấu trúc để thực hiện hoạt động gửi của thiết bị thứ nhất 101.

Một cách tùy chọn, môđun thu 1301 có thể được thực hiện bởi bộ thu, môđun xử lý 1302 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý, và môđun gửi 1303 có thể được thực hiện bởi bộ truyền.

FIG.14 là sơ đồ cấu trúc giản lược của thiết bị thứ hai theo phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên FIG.14, thiết bị thứ hai bao gồm môđun thu 1401, môđun xử lý 1402, và môđun gửi 1403.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn,

môđun gửi 1403 có cấu trúc để gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị thứ nhất, trong đó tín hiệu tham chiếu được gửi trên S cổng anten, S cổng anten thuộc về H nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và S và H là các số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1;

Môđun thu 1401 có cấu trúc để thu thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai từ thiết bị thứ nhất, trong đó thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai thu được bởi thiết bị thứ nhất bằng cách đo lường tín hiệu tham

chiều thu được, trong đó

thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2;

thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, trong đó N là số nguyên dương không lớn hơn M ;

hệ số kết hợp có trọng số bao gồm hệ số thứ nhất và/hoặc hệ số thứ hai;

hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha hoặc hệ số độ trễ thời gian; và

số chiều của vector thứ nhất bằng số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, hoặc số chiều của vector thứ nhất bằng một nửa số lượng cổng anten trong mỗi nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu; và

môđun xử lý 1402 có cấu trúc để tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai.

Môđun gửi 1403 còn có cấu trúc để gửi dữ liệu tới thiết bị thứ nhất dựa trên ma trận tiền mã hóa được tạo ra bởi môđun xử lý.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn này, đối với cách thức thực hiện tùy chọn khác của thiết bị thứ hai, có thể viện dẫn tới thiết bị thứ hai 102 trong giải pháp 1. Môđun thu 1401 có cấu trúc để thực hiện hoạt động thu của thiết bị thứ hai 102, môđun xử lý 1402 có cấu trúc để thực hiện hoạt động xử lý của thiết bị thứ hai 102, và môđun gửi 1403 có cấu trúc để thực hiện hoạt động gửi của thiết bị thứ hai 102.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn khác,

môđun gửi 1403 có cấu trúc để gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị thứ nhất;

Môđun thu 1401 có cấu trúc để thu thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai từ thiết bị thứ nhất, trong đó thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai thu được bởi thiết bị thứ nhất bằng cách đo lường tín hiệu tham

chiều thu được, trong đó

thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của N cổng anten trong M cổng anten đối với tín hiệu tham chiếu, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2, và N là số nguyên dương không lớn hơn M;

thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N cổng anten.

hệ số kết hợp có trọng số bao gồm hệ số thứ nhất và/hoặc hệ số thứ hai; và

hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha hoặc hệ số độ trễ thời gian; và

môđun xử lý 1402 có cấu trúc để tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai.

Môđun gửi 1403 còn có cấu trúc để gửi dữ liệu tới thiết bị thứ nhất dựa trên ma trận tiền mã hóa được tạo ra bởi môđun xử lý 1402.

Trong cách thức thực hiện tùy chọn này, đối với cách thức thực hiện tùy chọn khác của thiết bị thứ hai, có thể viện dẫn tới thiết bị thứ hai 102 trong giải pháp 2. Môđun thu 1401 có cấu trúc để thực hiện hoạt động thu của thiết bị thứ hai 102, môđun xử lý 1402 có cấu trúc để thực hiện hoạt động xử lý của thiết bị thứ hai 102, và môđun gửi 1403 có cấu trúc để thực hiện hoạt động gửi của thiết bị thứ hai 102.

Chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng các phương án của sáng chế có thể được đề xuất như là phương pháp, hệ thống, hoặc sản phẩm chương trình máy. Do đó, sáng chế có thể sử dụng dạng của các phương án chỉ phần cứng, các phương án chỉ phần mềm, hoặc các phương án với kết hợp của phần cứng và phần mềm. Ngoài ra, sáng chế có thể sử dụng dạng của sản phẩm chương trình máy mà được thực hiện trên một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ sử dụng bởi máy tính (bao gồm nhưng không bị giới hạn ở bộ nhớ dạng đĩa, CD-ROM, bộ nhớ quang, và loại tương tự) mà chứa mã chương trình sử dụng bởi máy tính.

Sáng chế được mô tả có viện dẫn tới các lưu đồ và/hoặc các sơ đồ khối

của phương pháp, thiết bị (hệ thống), và sản phẩm chương trình máy theo phương án của sáng chế. Lưu ý rằng các lệnh chương trình máy tính có thể được sử dụng để thực hiện mỗi xử lý và/hoặc mỗi khối trong các lưu đồ và/hoặc các sơ đồ khối và kết hợp của xử lý và/hoặc khối trong các lưu đồ và/hoặc các sơ đồ khối. Các lệnh chương trình máy tính này có thể được dùng cho máy tính mục đích chung, máy tính dành riêng, bộ xử lý gắn kèm, hoặc bộ xử lý của bất kỳ thiết bị xử lý dữ liệu khả trình khác để tạo ra máy tính, sao cho các lệnh này được thực hiện bởi máy tính hoặc bộ xử lý của bất kỳ thiết bị xử lý dữ liệu khả trình khác để tạo ra thiết bị thực hiện chức năng cụ thể trong một hoặc nhiều xử lý trong các lưu đồ và/hoặc một hoặc nhiều khối trong các sơ đồ khối.

Các lệnh chương trình máy tính này cũng có thể được lưu trữ trong bộ nhớ đọc được bởi máy tính mà có thể chỉ dẫn máy tính hoặc bất kỳ thiết bị xử lý dữ liệu khả trình khác hoạt động theo cách thức cụ thể, sao cho các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ đọc được bởi máy tính tạo ra mẫu giả mà bao gồm thiết bị chỉ dẫn. Thiết bị chỉ dẫn thực hiện chức năng cụ thể trong một hoặc nhiều xử lý trong các lưu đồ và/hoặc trong một hoặc nhiều khối trong các sơ đồ khối.

Các lệnh chương trình máy tính này có thể cũng được tải trên máy tính hoặc thiết bị xử lý dữ liệu khả trình khác, sao cho các thao tác và các bước được thực hiện trên máy tính hoặc thiết bị khả trình khác, nhờ đó tạo ra xử lý được thực hiện bởi máy tính. Do đó, các lệnh được thực hiện trên máy tính hoặc thiết bị khả trình khác cung cấp các bước để thực hiện chức năng cụ thể trong một hoặc nhiều xử lý trong các lưu đồ và/hoặc trong một hoặc nhiều khối trong các sơ đồ khối.

Mặc dù các phương án của sáng chế đã được mô tả, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể thực hiện các thay đổi và các cải biến đối với các phương án này một khi họ hiểu được ý tưởng sáng tạo cơ bản. Do đó, bộ yêu cầu bảo hộ sau đây được hiểu là bao hàm các phương án và tất cả thay đổi và cải biến sẽ nằm trong phạm vi của sáng chế.

Rõ ràng, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể thực hiện các cải biến và thay đổi khác nhau đối với các phương án của sáng chế mà

không đi chệch khỏi phạm vi của các phương án của sáng chế. Sáng chế được nhằm mục đích bao hàm các cải biến và thay đổi này miễn là chúng nằm trong phạm vi bảo hộ được xác định bởi bộ yêu cầu bảo hộ kèm theo và các kỹ thuật tương đương.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị truyền thông thứ nhất, bao gồm:

môđun thu, có cấu trúc để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị thứ hai, trong đó tín hiệu tham chiếu được gửi trên S cổng anten, S cổng anten thuộc về một nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và S là số nguyên lớn hơn 1;

môđun xử lý, có cấu trúc để đo lường tín hiệu tham chiếu để thu nhận thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư; và

môđun gửi, có cấu trúc để gửi thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư tới thiết bị thứ hai, trong đó:

thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2, và giá trị của M được thông báo cho thiết bị truyền thông thứ nhất bởi thiết bị thứ hai trước khi gửi tín hiệu tham chiếu, trong đó M vector thứ nhất thuộc về tập hợp tổng quát của các vector thứ nhất, tập hợp tổng quát của các vector thứ nhất được chia thành K nhóm vector không chồng lấn, K là số nguyên dương, M vector thứ nhất thuộc về một nhóm trong K nhóm vector, thông tin kênh thứ nhất bao gồm số lượng nhóm của nhóm vector mà M vector thứ nhất thuộc về trong K nhóm vector;

thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, trong đó N là số nguyên dương nhỏ hơn M, và N được chỉ báo bởi thiết bị thứ hai cho thiết bị truyền thông thứ nhất;

hệ số kết hợp có trọng số bao gồm ít nhất một trong các hệ số sau: hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai;

hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha.

thông tin kênh thứ tư bao gồm thông tin lựa chọn được sử dụng để lựa chọn N vector thứ nhất từ M vector thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai bao gồm chỉ thông tin về hệ số kết hợp có trọng số của mỗi vector thứ nhất của N vector thứ nhất được lựa chọn;

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư

được sử dụng để tạo nên ma trận tiền mã hóa; và

chiều của vector thứ nhất là một nửa số lượng các cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu.

2. Thiết bị truyền thông thứ nhất theo điểm 1, trong đó hệ số kết hợp có trọng số là sản phẩm của hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai.

3. Thiết bị truyền thông thứ nhất theo điểm 1, trong đó phản hồi của hệ số pha là phản hồi dựa trên băng con.

4. Thiết bị truyền thông thứ nhất theo điểm 1, trong đó hệ số thứ nhất được lựa chọn từ tập hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai được lựa chọn từ tập hệ số thứ hai.

5. Thiết bị truyền thông thứ nhất theo điểm 1, trong đó ma trận tiền mã hóa bao gồm hai cột, N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ nhất và N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ hai là tương tự nhau, các hệ số kết hợp có trọng số của N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ nhất khác với các hệ số kết hợp có trọng số của N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ hai.

6. Phương pháp gửi thông tin kênh, bao gồm:

thu, bởi thiết bị thứ nhất, tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị thứ hai, trong đó tín hiệu tham chiếu được gửi trên S cổng anten, S cổng anten thuộc về một nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và S là số nguyên lớn hơn 1;

đo lường, bởi thiết bị thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thu được để thu nhận thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư; và

gửi, bởi thiết bị thứ nhất, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư tới thiết bị thứ hai, trong đó::

thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2, và giá trị của M được thông báo cho thiết bị thứ nhất bởi thiết bị thứ hai trước khi gửi tín hiệu tham chiếu, trong đó M vector thuộc về tập hợp tổng quát của các vector thứ nhất, tập hợp tổng quát của các vector thứ nhất được chia thành K nhóm vector không chồng lấn, K là số nguyên dương, M vector thứ nhất thuộc về một nhóm vùng trong K nhóm vector, thông tin kênh thứ nhất bao gồm số lượng nhóm của nhóm vector mà M vector thứ nhất thuộc về trong K nhóm vector;

thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, trong đó N là số nguyên dương nhỏ hơn M , và N được chỉ báo bởi thiết bị thứ hai cho thiết bị thứ nhất;

hệ số kết hợp có trọng số bao gồm ít nhất một trong các hệ số sau: hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai;

hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha.

thông tin kênh thứ tư bao gồm thông tin lựa chọn được sử dụng để lựa chọn N vector thứ nhất từ M vector thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai bao gồm chỉ thông tin về hệ số kết hợp có trọng số của mỗi vector thứ nhất của N vector thứ nhất được lựa chọn;

thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư được sử dụng để tạo nên ma trận tiền mã hóa; và

chiều của vector thứ nhất là một nửa số lượng các cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó hệ số kết hợp có trọng số là sản phẩm của hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó phản hồi của hệ số pha là phản hồi dựa trên băng con.

9. Phương pháp theo điểm 6, trong đó hệ số thứ nhất được lựa chọn từ tập hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai được lựa chọn từ tập hệ số thứ hai.

10. Phương pháp theo điểm 6, trong đó ma trận tiền mã hóa bao gồm hai cột, N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ nhất và N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ hai là tương tự nhau, các hệ số kết hợp có trọng số của N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ nhất khác với các hệ số kết hợp có trọng số của N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ hai.

11. Thiết bị truyền thông thứ nhất bao gồm:

bộ nhớ mà lưu trữ các lệnh máy tính; và

bộ xử lý có cấu trúc để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 10.

12. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh máy tính, trong đó các lệnh máy tính này khi được thực thi điều khiển máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 10.

13. Thiết bị truyền thông thứ hai, bao gồm:

môđun gửi, có cấu trúc để gửi tín hiệu tham chiếu đến thiết bị thứ nhất, trong đó tín hiệu tham chiếu được gửi trên S cổng anten, S cổng anten thuộc về một nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và S là số nguyên lớn hơn 1;

môđun thu, được tạo cấu hình để thu thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư từ thiết bị thứ nhất, trong đó thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư được thu nhận bởi thiết bị thứ nhất bằng cách đo lường tín hiệu tham chiếu thu được, trong đó:

thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2, và giá trị của M được thông báo cho thiết bị thứ nhất bởi thiết bị truyền thông thứ hai trước khi gửi tín hiệu tham chiếu, trong đó M vector thuộc về tập hợp tổng quát của các vector thứ nhất, tập hợp tổng quát của các vector thứ nhất được chia thành K nhóm vector không chồng lấn, K là số nguyên dương, M vector thứ nhất thuộc về một nhóm vùng trong K nhóm vector, thông tin kênh thứ nhất bao gồm số lượng nhóm của nhóm vector mà M vector thứ nhất thuộc về trong K nhóm vector;

thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, trong đó N là số nguyên dương nhỏ hơn M, và N được chỉ báo bởi thiết bị truyền thông thứ hai cho thiết bị thứ nhất;

hệ số kết hợp có trọng số bao gồm ít nhất một trong các hệ số sau: hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai;

hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha.

thông tin kênh thứ tư bao gồm thông tin lựa chọn được sử dụng để lựa chọn N vector thứ nhất từ M vector thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai bao gồm chỉ thông tin về hệ số kết hợp có trọng số của mỗi vector thứ nhất của N vector thứ nhất được lựa chọn;

chiều của vector thứ nhất là một nửa số lượng các cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu; và

môđun xử lý, có cấu trúc để tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư, trong đó:

môđun gửi còn có cấu trúc để gửi dữ liệu tới thiết bị thứ nhất dựa trên ma trận tiền mã hóa được tạo ra bởi môđun xử lý.

14. Thiết bị truyền thông thứ hai theo điểm 13, trong đó hệ số kết hợp có trọng số là sản phẩm của hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai.

15. Thiết bị truyền thông thứ hai theo điểm 13, trong đó phản hồi của hệ số pha là phản hồi dựa trên băng con.

16. Thiết bị truyền thông thứ hai theo điểm 13, trong đó hệ số thứ nhất được lựa chọn từ tập hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai được lựa chọn từ tập hệ số thứ hai.

17. Thiết bị truyền thông thứ hai theo điểm 13, trong đó ma trận tiền mã hóa bao gồm hai cột, N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ nhất và N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ hai là tương tự nhau, các hệ số kết hợp có trọng số của N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ nhất khác với các hệ số kết hợp có trọng số của N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ hai.

18. Phương pháp gửi dữ liệu, bao gồm:

gửi, bởi thiết bị thứ hai, gửi tín hiệu tham chiếu đến thiết bị thứ nhất, trong đó tín hiệu tham chiếu được gửi trên S cổng anten, S cổng anten thuộc về một nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và S là số nguyên lớn hơn 1;

thu, bởi thiết bị thứ hai, thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư từ thiết bị thứ nhất, trong đó thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư được thu nhận bởi thiết bị thứ nhất bằng cách đo lường tín hiệu tham chiếu thu được, trong đó:

thông tin kênh thứ nhất bao gồm thông tin nhận dạng của M vector thứ nhất, trong đó M là số nguyên không nhỏ hơn 2, và giá trị của M được thông báo cho thiết bị thứ nhất bởi thiết bị thứ hai trước khi gửi tín hiệu tham chiếu, trong đó M vector thuộc về tập hợp tổng quát của các vector thứ nhất, tập hợp tổng quát của các vector thứ nhất được chia thành K nhóm vector không chồng lấn, K là số

nguyên dương, M vector thứ nhất thuộc về một nhóm vùng trong K nhóm vector, thông tin kênh thứ nhất bao gồm số lượng nhóm của nhóm vector mà M vector thứ nhất thuộc về trong K nhóm vector;

thông tin kênh thứ hai bao gồm thông tin về hệ số kết hợp có trọng số được sử dụng để thực hiện việc kết hợp có trọng số trên N vector thứ nhất trong M vector thứ nhất, trong đó N là số nguyên dương nhỏ hơn M , và N được chỉ báo bởi thiết bị thứ hai cho thiết bị thứ nhất;

hệ số kết hợp có trọng số bao gồm ít nhất một trong các hệ số sau: hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai;

hệ số thứ nhất là hệ số biên độ, và hệ số thứ hai là hệ số pha.

thông tin kênh thứ tư bao gồm thông tin lựa chọn được sử dụng để lựa chọn N vector thứ nhất từ M vector thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai bao gồm chỉ thông tin về hệ số kết hợp có trọng số của mỗi vector thứ nhất của N vector thứ nhất được lựa chọn;

chiều của vector thứ nhất là một nửa số lượng các cổng anten trong nhóm cổng tài nguyên tín hiệu tham chiếu;

tạo ra, bởi thiết bị thứ hai, ma trận tiền mã hóa dựa trên thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai và thông tin kênh thứ tư; và

gửi, bởi thiết bị thứ hai, dữ liệu tới thiết bị thứ nhất dựa trên ma trận tiền mã hóa được tạo ra.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó hệ số kết hợp có trọng số là sản phẩm của hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai.

20. Phương pháp theo điểm 18, trong đó phản hồi của hệ số pha là phản hồi dựa trên băng con.

21. Phương pháp theo điểm 18, trong đó hệ số thứ nhất được lựa chọn từ tập hệ số thứ nhất và hệ số thứ hai được lựa chọn từ tập hệ số thứ hai.

22. Phương pháp theo điểm 18, trong đó ma trận tiền mã hóa bao gồm hai cột, N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ nhất và N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ hai là tương tự nhau, các hệ số kết hợp có trọng số của N vector thứ nhất tương ứng với cột thứ nhất khác với các hệ số kết hợp có trọng số của N vector

thứ nhất tương ứng với cột thứ hai.

23. Thiết bị truyền thông thứ hai, bao gồm:

bộ nhớ mà lưu trữ các lệnh máy tính; và

bộ xử lý có cấu trúc để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 22.

24. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh máy tính, trong đó các lệnh máy tính này khi được thực thi điều khiển máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 18 đến 22.

1/12

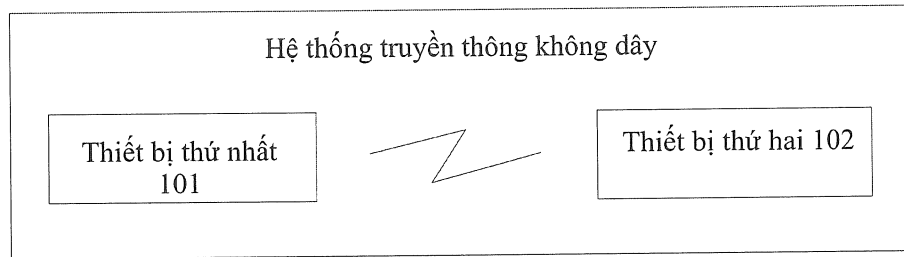


FIG. 1

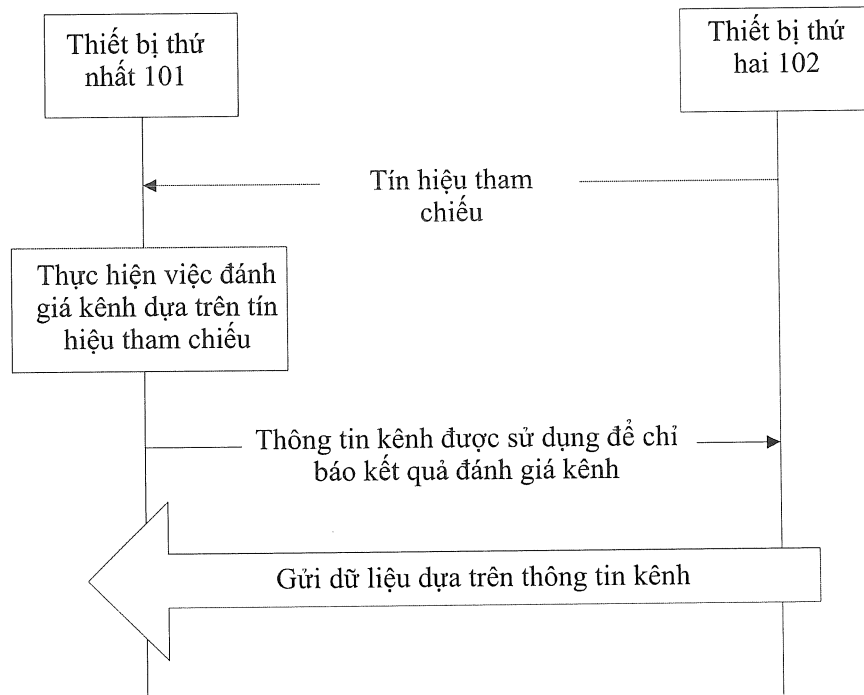


FIG. 2

2/12

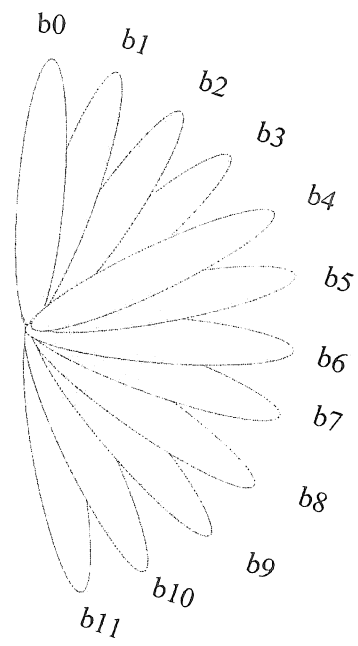


FIG. 3

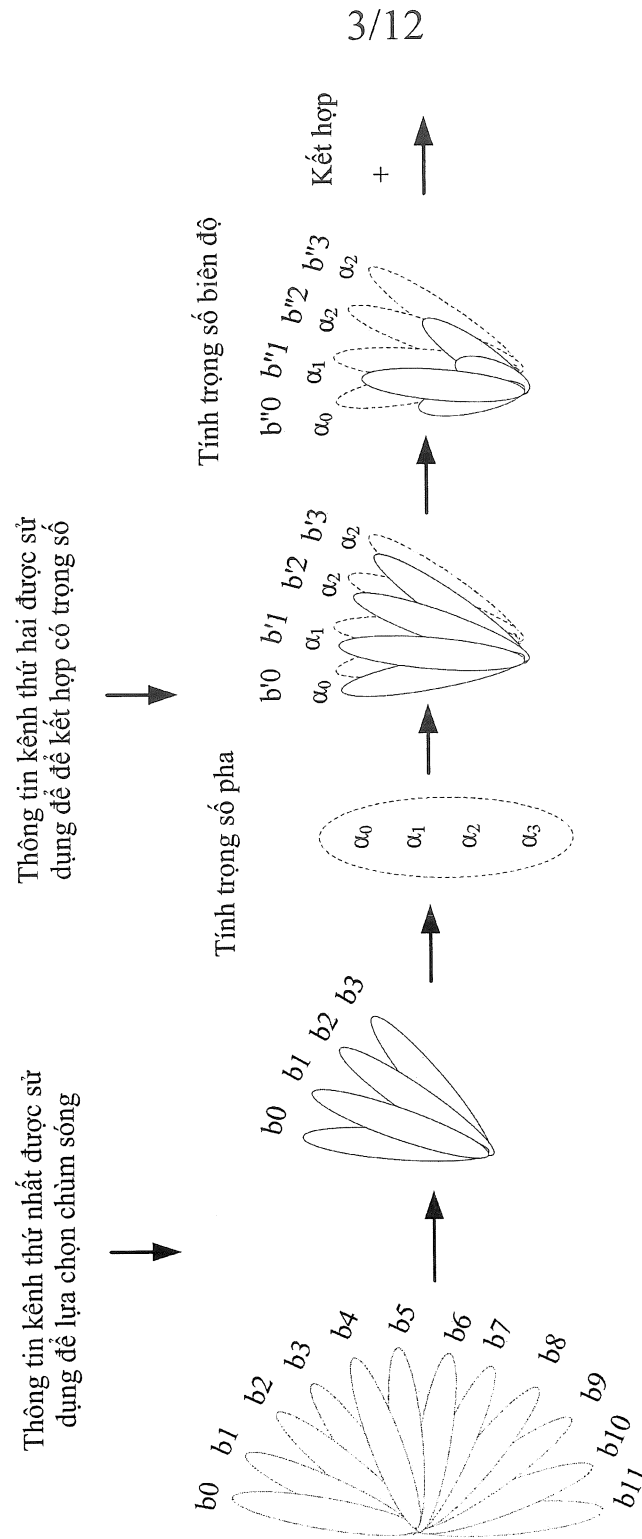


FIG. 4

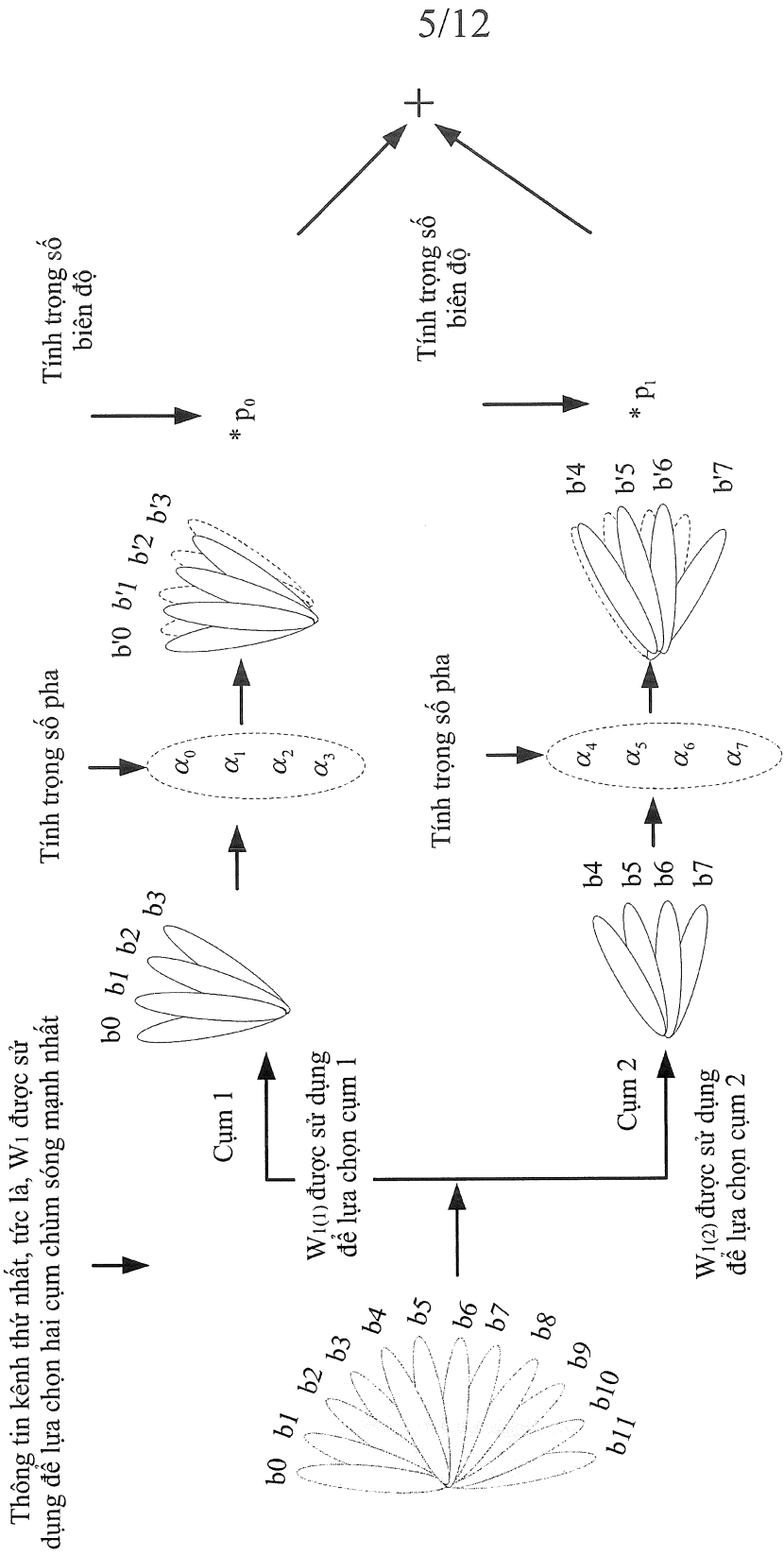


FIG. 6

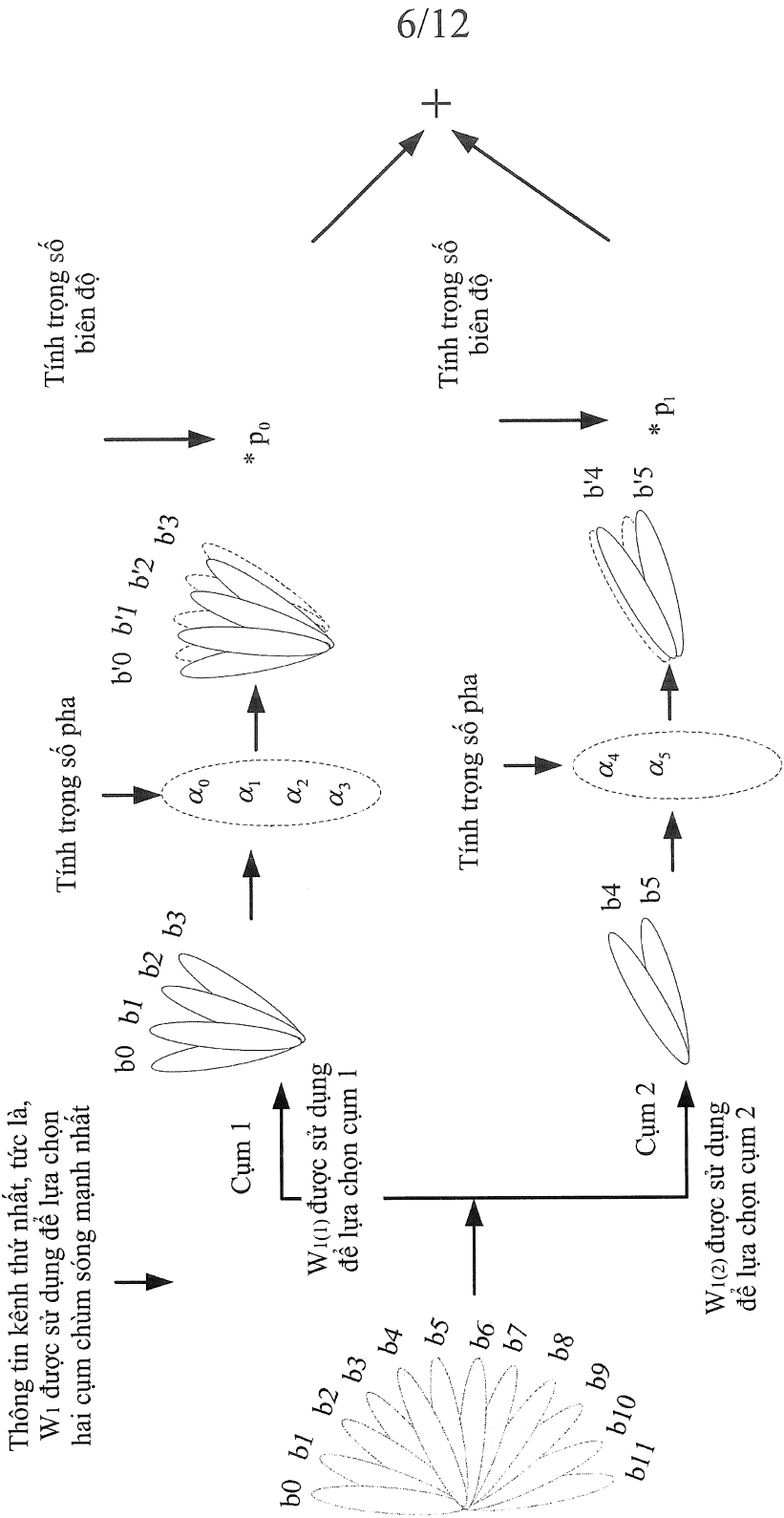


FIG. 7

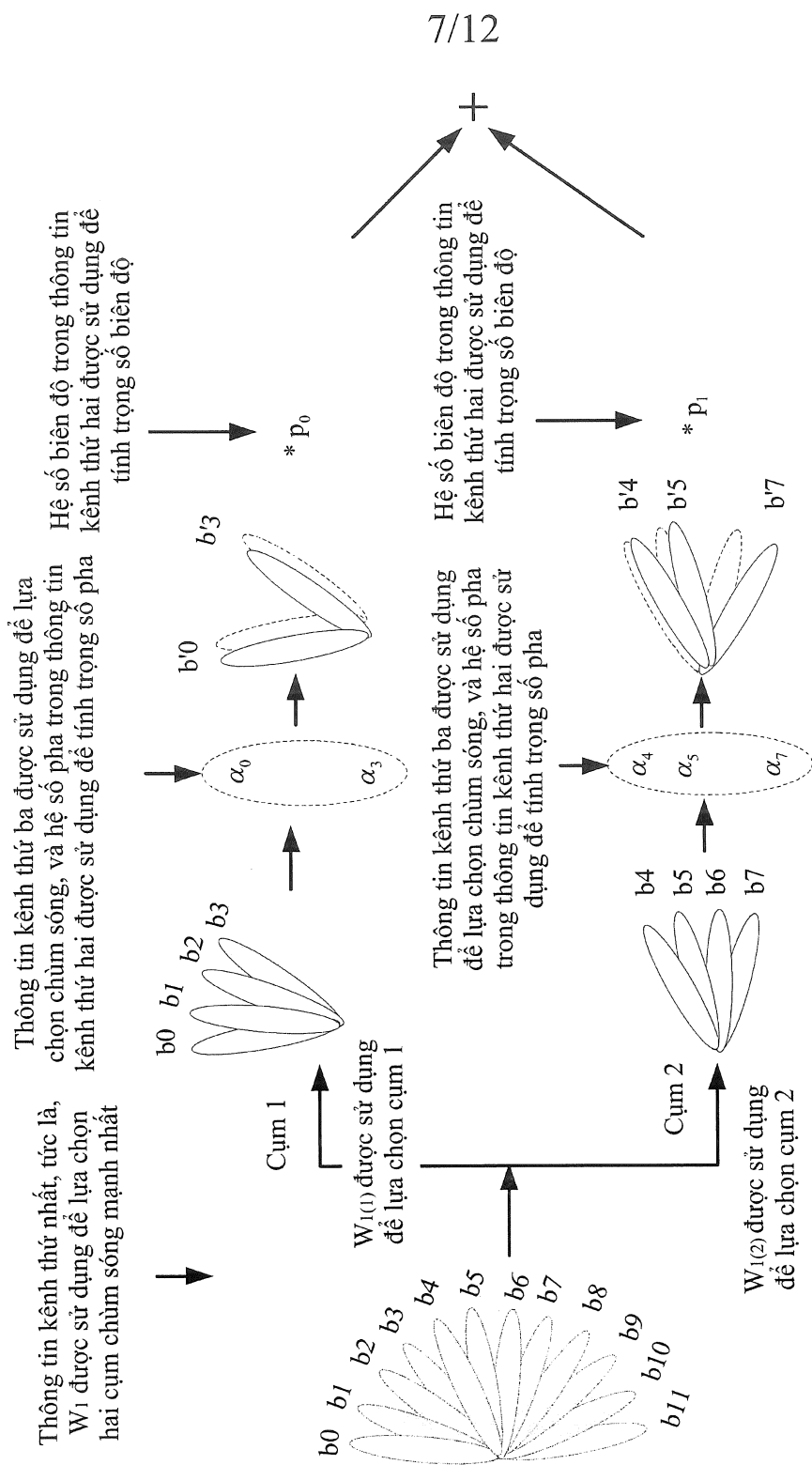


FIG. 8

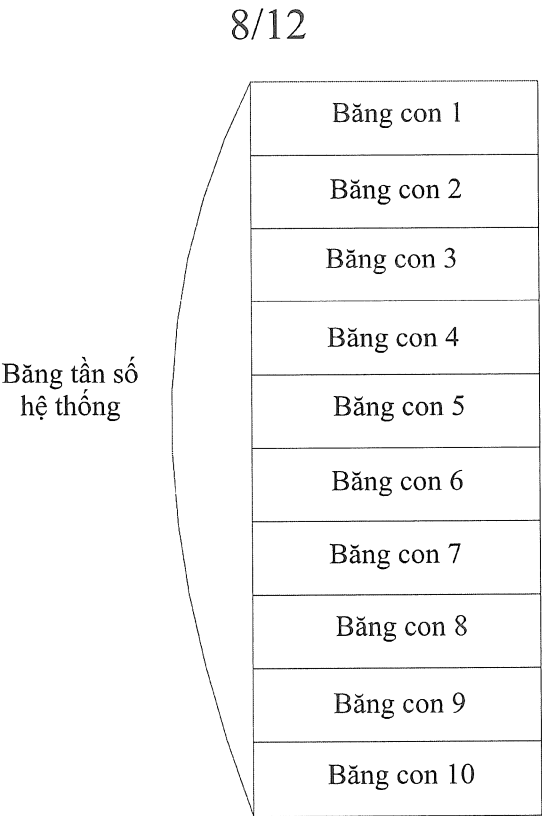


FIG. 9

9/12

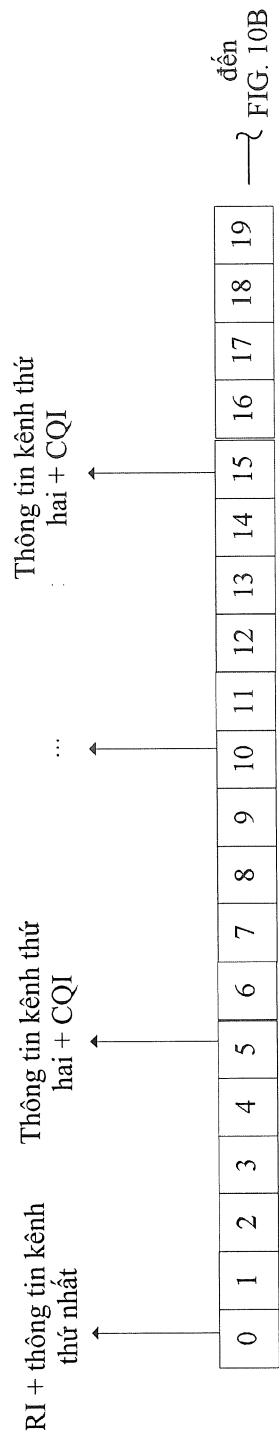


FIG. 10A

10/12

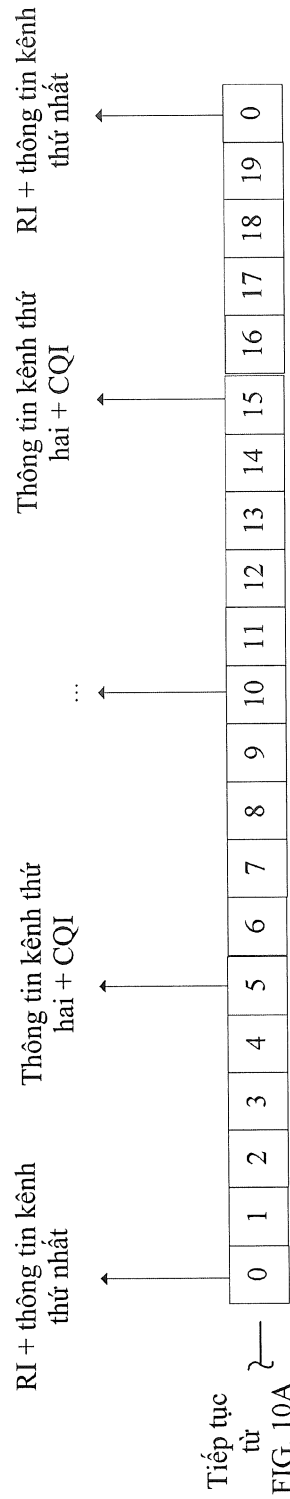


FIG. 10B

11/12

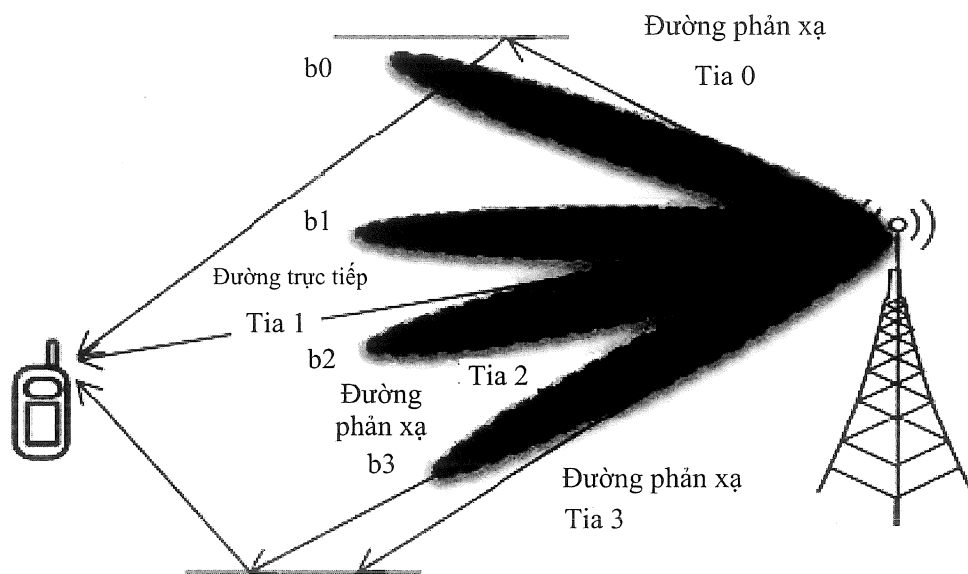


FIG. 11

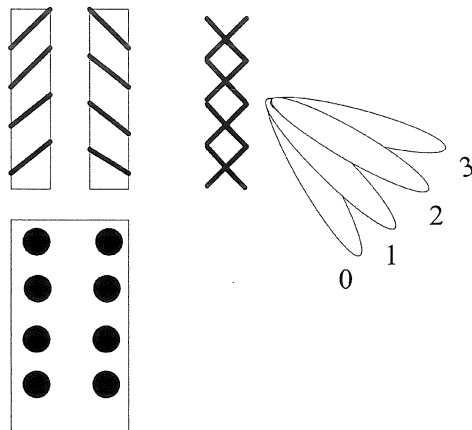


FIG. 12

12/12

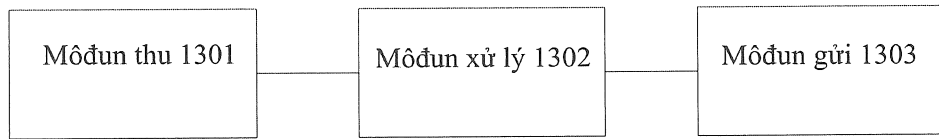


FIG. 13

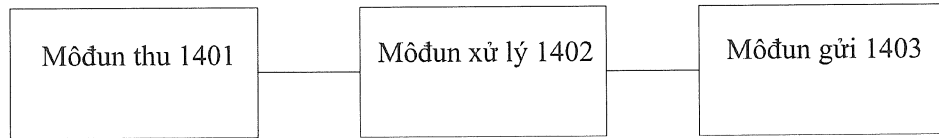


FIG. 14