



(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)



1-0039338

(51)^{2019.01} H04W 52/00; H04W 72/00

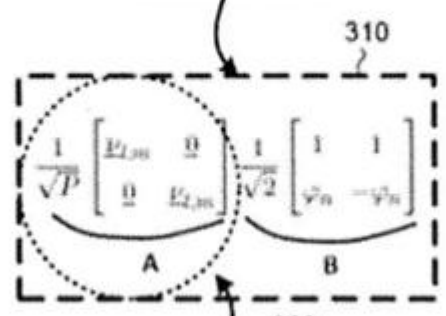
(13) B

(21) 1-2019-05705 (22) 23/03/2018
(86) PCT/CN2018/080211 23/03/2018 (87) WO 2018/171720 27/09/2018
(30) 62/475,949 24/03/2017 US; 15/927,216 21/03/2018 US
(45) 25/04/2024 433 (43) 25/02/2020 383A

(73) MediaTek Inc. (TW)
No. 1, Dusing 1st Rd., Hsinchu Science Park, Hsinchu City 30078, Taiwan
(72) Chiao-Yao CHUANG (TW); Song-Jheng LIN (TW); Yih-Shen CHEN (TW).
(74) Công ty TNHH Trường Xuân (AGELESS CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP TIỀN MÃ HÓA CỦA SƠ ĐỒ TRUYỀN DẪN DỰA TRÊN TÍN HIỆU THAM CHIẾU GIẢI ĐIỀU CHẾ HAI TẦNG GIỮA TRẠM GỐC VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG, VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG CHO HỆ THỐNG GIAO TIẾP KHÔNG DÂY

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp tiền mã hóa của sơ đồ truyền dẫn dựa trên tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS-demodulation reference signal) hai tầng (Rank=2) giữa trạm gốc (BS-base station) và thiết bị người dùng (UE-user equipment), và thiết bị người dùng cho hệ thống giao tiếp không dây. Ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho dữ liệu bộ phận tài nguyên (RE-resource element) có thể được thể hiện dưới dạng $A \times B$. Ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối DMRS là A. Ma trận B là ma trận luân chuyển đồng pha. Bằng cách áp dụng ma trận luân chuyển đồng pha B cho hệ thống truyền dẫn tín hiệu tham chiếu giải điều chế hai tầng, tỷ số của năng lượng trên một bộ phận tài nguyên (EPRE-energy per resource element) của kênh vật lý đường xuống được chia sẻ (PDSCH-physical downlink share channel) đối với EPRE của DMRS là 0dB, như theo yêu cầu của thông số kỹ thuật của tiến hóa dài hạn (LTE-Long Term Evolution). Ngoài ra, khi công suất DMRS sau ma trận tiền mã hóa A, hiệu suất ước lượng kênh truyền thiết bị người dùng đầu cuối được cải thiện.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến mạng truyền thông di động, cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến các phương pháp tiền mã hóa của sơ đồ truyền dẫn dựa trên tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS-demodulation reference signal) hai tầng (rank=2) giữa phối cảnh trạm gốc và thiết bị người dùng, và thiết bị người dùng ứng dụng ma trận tiền mã hóa riêng (proper precoding matrix) nhằm mục đích nâng cao hiệu suất ước lượng kênh truyền.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Mạng LTE (Long Term Evolution: tiến hóa dài hạn) là một cải tiến của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS) cung cấp tốc độ truyền dữ liệu cao hơn, độ trễ thấp và nâng cao năng lực hệ thống. Trong hệ thống mạng LTE, một hệ thống truy nhập vô tuyến mặt đất UMTS tiên tiến gồm có số lượng lớn các trạm gốc (base station - BS), được đề cập như là các evolved Node-Bs (eNBs), giao tiếp với số lượng lớn các trạm di động, hay nói cách khác là các thiết bị người dùng đầu cuối (user equipment - UE). Thiết bị người dùng đầu cuối có thể giao tiếp với trạm gốc hoặc eNB thông qua đường xuống (downlink) hoặc đường lên (uplink). Đường xuống (downlink - DL) đề cập đến giao tiếp từ trạm gốc tới thiết bị người dùng đầu cuối. Đường lên (uplink - UL) đề cập đến giao tiếp từ thiết bị người dùng đầu cuối đến trạm gốc. Mạng LTE được thương mại hóa phổ biến dưới tên gọi 4G LTE, và tiêu chuẩn mạng LTE được phát triển bởi tổ chức 3GPP (3rd Generation Partnership Project).

Ghép kênh không gian (spatial multiplexing) là một kỹ thuật truyền dẫn trong giao tiếp không dây nhiều ăng ten phát nhiều ăng ten thu (multiple-input multiple-output, MIMO) được dùng để truyền dẫn các tín hiệu dữ liệu mã hóa, được gọi là các dòng dữ liệu (streams), một cách riêng biệt và độc lập từ mỗi ăng ten trong số lượng lớn các ăng ten truyền dẫn. Vì vậy, phân không gian được tái sử dụng, hoặc là được ghép kênh nhiều

hơn một lần. Nếu bộ phát được trang bị N_t ăng ten còn bộ thu được trang bị N_r ăng ten, bậc ghép kênh không gian tối đa là $N_s = \min(N_t, N_r)$ trong trường hợp bộ thu tuyến tính được sử dụng. Điều này có nghĩa là N_s dòng dữ liệu có thể được truyền dẫn song song, một cách lý tưởng có thể tăng N_s lần hiệu suất băng thông.

Trong hệ thống lặp bán mở MIMO (a semi-open-loop MIMO system) với N_t ăng ten truyền dẫn và N_r ăng ten thu nhận, quan hệ đầu vào-đầu ra có thể được mô tả là $\underline{y}_i = \mathbf{H}_i \mathbf{W}_i \underline{x}_i + \underline{n}_i$, trong đó i là chỉ số của bộ phận tài nguyên (resource element -RE), \underline{y}_i , \underline{x}_i , \underline{n}_i là các véc tơ ($N_r \times 1$) biểu tượng tượng trưng cho thu nhận, truyền dẫn và nhiễu, \mathbf{H}_i là ma trận ($N_r \times N_t$) chứa các hệ số kênh (channel coefficients), và \mathbf{W}_i là ma trận tiền mã hóa tuyến tính (linear precoding matrix) ($N_t \times N_s$) đối với bộ phận tài nguyên thứ i (i -th RE). Ma trận tiền mã hóa được sử dụng để tiền mã hóa (precode) các biểu tượng này nhằm mục đích nâng cao hiệu suất. Khi ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho tín hiệu tham chiếu RE (reference signal RE) giống với ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho dữ liệu RE (data RE) trong khối tài nguyên (resource block), ma trận tiền mã hóa này là vô hình (transparent) đối với thiết bị người dùng đầu cuối, và vì vậy, thiết bị người dùng đầu cuối không cần có thông tin của \mathbf{W} . Mặt khác, dữ liệu RE có thể được chỉ định cho ma trận tiền mã hóa mà khác với ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho tín hiệu tham chiếu trong khối tài nguyên. Ví dụ, trong khối tài nguyên, ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho tín hiệu tham chiếu là \mathbf{W} , và ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho dữ liệu RE là $\mathbf{W}\mathbf{U}_i$. Theo đó, \mathbf{U}_i được xác định riêng cho mỗi chỉ số RE, và không vô hình (non-transparent) đối với thiết bị người dùng đầu cuối.

Trong hệ thống LTE, bảng mã (codebook) hai giai đoạn (a two-stage codebook) đã được xác định cho ma trận tiền mã hóa. Ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho dữ liệu RE được thể hiện bởi phương trình (1) dưới đây, ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho tín hiệu tham chiếu, mà là vô hình với thiết bị người dùng đầu cuối, trở thành phương trình (2), và phương trình (3) là ma trận luân chuyển đồng pha (co-phasing cycling matrix) cho dữ liệu RE.

$$\frac{1}{\sqrt{2P}} \begin{bmatrix} \underline{v}_{l,m} & \underline{0} \\ \underline{0} & \underline{v}_{l,m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \varphi_n & -\varphi_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2P}} \begin{bmatrix} \underline{\nu}_{l,m} & \underline{0} \\ \underline{0} & \underline{\nu}_{l,m} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \varphi_n & -\varphi_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Mạng LTE đã định nghĩa các chế độ truyền dẫn (TM) khác nhau cho những kịch bản truyền dẫn khác nhau. Đối với chế độ truyền dẫn 9 hoặc 10, có đến 8 tầng truyền dẫn được hỗ trợ bởi tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối (UE-specific reference signal), ví dụ, tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS). Đối với tín chế độ truyền dựa trên tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS-based TM), các bản đồ thiết bị người dùng đầu cuối giả định rằng, tỉ số năng lượng trên một bộ phận tài nguyên (EPRE) của kênh vật lý đường xuống được chia sẻ (PDSCH) đối với EPRE tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối trong mỗi biểu tượng của ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), mà chứa tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối, là 0dB, đối với số tầng truyền dẫn nhỏ hơn hoặc bằng hai. Tuy nhiên, dựa trên ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho dữ liệu RE, phương trình (1), và ma trận tiền mã hóa đối được áp dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối, phương trình (2), tỉ số EPRE của PDSCH đối với EPRE tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối trong mỗi biểu tượng của OFDM, mà chứa tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối, là 3dB, và điều này vi phạm thông số kỹ thuật 0dB. Ngoài ra, khi công suất DMRS thấp hơn, điều đó sẽ làm ảnh hưởng đến hiệu suất ước lượng kênh truyền (channel estimation performance) ở bộ thu.

Cách giải quyết đã được tìm ra.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp của hệ thống truyền dẫn tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) hai tầng (Rank=2). Ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho dữ liệu RE có thể được thể hiện dưới dạng \mathbf{AxB} . Ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho tín hiệu tham

chiều đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối DMRS là A. Ma trận B là ma trận luân chuyển đồng pha. Bằng cách áp dụng ma trận luân chuyển đồng pha B cho hệ thống truyền dẫn tín hiệu tham chiếu giải điều chế hai tầng, tỉ số EPRE của PDSCH đối với EPRE của DMRS là 0dB, như theo yêu cầu của thông số kỹ thuật LTE. Ngoài ra, khi công suất DMRS sau ma trận tiền mã hóa A, hiệu suất ước lượng kênh truyền thiết bị người dùng đầu cuối được cải thiện.

Theo một phương án của sáng chế này, trạm gốc truyền dẫn thông tin định thời (scheduling information) tới thiết bị người dùng đầu cuối (UE) cho truyền dẫn đường xuống trong mạng truyền thông di động không dây. Trạm gốc này truyền dẫn tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất. Tín hiệu tài nguyên đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối (UE-specific resource signal) là tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) được cấu hình cho thiết bị người dùng đầu cuối, và được truyền dẫn thông qua các bộ phận tài nguyên (REs) DMRS được xác định trước. Trạm gốc truyền tín hiệu dữ liệu (data signal) thông qua dữ liệu các REs (data REs) mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ hai. Ma trận tiền mã hóa thứ hai này có thể được thể hiện bởi tích của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận luân chuyển đồng pha, sao cho tỉ số của năng lượng trên một bộ phận tài nguyên (EPRE) của dữ liệu các REs đối với EPRE của DMRS REs là 0dB.

Theo một phương án khác, thiết bị người dùng đầu cuối nhận thông tin định thời từ trạm gốc đang phục vụ (serving base station) cho truyền dẫn đường xuống trong mạng truyền thông không dây. Thiết bị người dùng đầu cuối này thực hiện ước lượng kênh truyền bằng cách đo đặc tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất. Tín hiệu tài nguyên đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối là tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) được truyền dẫn thông qua các bộ phận tài nguyên (REs) DMRS được xác định trước. Thiết bị người dùng đầu cuối nhận và giải mã tín hiệu dữ liệu thông qua dữ liệu các REs mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ hai. Ma trận tiền mã hóa thứ hai này có thể được thể hiện bởi tích của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận luân chuyển đồng pha. Cuối cùng, thiết bị người dùng đầu cuối dẫn xuất ra tín hiệu dữ liệu bằng cách sử dụng ma trận luân chuyển

đồng pha, sao cho tỉ số của năng lượng trên một bộ phận tài nguyên (EPRE) của dữ liệu các REs đối với EPRE của DMRS REs là 0dB.

Các phương án khác và các ưu điểm của sáng chế này sẽ được mô tả trong phần mô tả chi tiết dưới đây. Bản chất kỹ thuật của sáng chế này không nhằm mục đích định nghĩa sáng chế. Sáng chế được định nghĩa bởi các yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 minh họa mạng truyền thông di động với tiền mã hóa MIMO cho chế độ truyền dẫn tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối dựa trên DMRS hai tầng theo một khía cạnh mới của sáng chế này.

FIG. 2 là sơ đồ khối đơn giản của trạm gốc và thiết bị người dùng đầu cuối thực hiện theo những phương án xác định của sáng chế này.

FIG. 3 minh họa quá trình truyền dẫn đường xuống MIMO sử dụng chế độ truyền dẫn DMRS từ phối cảnh trạm gốc theo một khía cạnh mới của sáng chế này.

FIG. 4 minh họa quá trình truyền dẫn đường xuống MIMO sử dụng chế độ truyền dẫn DMRS từ phối cảnh thiết bị người dùng đầu cuối theo một khía cạnh mới của sáng chế này.

FIG. 5 minh họa quy trình tuần tự của hệ thống truyền dẫn dựa trên DMRS cho truyền dẫn ghép kênh không gian (spatial multiplexing transmission) hai tầng (rank=2).

FIG. 6 là lưu đồ dòng của phương pháp tiền mã hóa hệ thống truyền dẫn dựa trên DMRS hai tầng từ phối cảnh trạm gốc theo một khía cạnh mới của sáng chế này.

FIG. 7 là biểu đồ tiến trình của phương pháp tiền mã hóa hệ thống truyền dẫn dựa trên DMRS hai tầng từ phối cảnh thiết bị người dùng đầu cuối theo một khía cạnh mới của sáng chế này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các đề xuất sẽ được mô tả chi tiết theo một số phương án của sáng chế này, và ví dụ của các đề xuất sẽ được minh họa trong hình vẽ đính kèm.

FIG. 1 minh họa mạng truyền thông di động với tiền mã hóa MIMO cho chế độ truyền dẫn tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối dựa trên DMRS hai tầng theo một khía cạnh mới của sáng chế này. Mạng truyền thông di động 100 là mạng ghép kênh phân chia tần số trực giao (OFDM) bao gồm trạm gốc eNB 101, thiết bị người dùng đầu cuối thứ nhất 102 (UE#1) và thiết bị người dùng đầu cuối thứ hai 103 (UE#2). Trong hệ thống 3GPP LTE dựa trên kỹ thuật OFDMA (Orthogonal frequency-division multiple access) đường xuống, tài nguyên tín hiệu vô tuyến được phân vùng thành các khung con (subframes) trong miền thời gian, mỗi khung con được bao gồm hai khe (two slots). Mỗi biểu tượng OFDMA ngoài ra còn bao gồm một số các sóng mang con OFDMA (OFDMA subcarriers) trên miền tần số phụ thuộc vào băng thông hệ thống. Đơn vị cơ bản của lưới tài nguyên (resource grid) được gọi là bộ phận tài nguyên (RE), trong đó mở rộng sóng mang con OFDMA trên một biểu tượng OFDMA (OFDMA symbol). Các bộ phận tài nguyên được nhóm lại thành các khối tài nguyên (RBs), trong đó mỗi khối tài nguyên bao gồm 12 sóng mang con liên tiếp (consecutive subcarriers) trên một khe.

Một vài kênh vật lý đường xuống (physical downlink channel) và tín hiệu tham chiếu được xác định để sử dụng tập hợp các bộ phận tài nguyên mang thông tin có nguồn gốc từ các tầng cao hơn. Đối với đường xuống, kênh vật lý đường xuống được chia sẻ (PDSCH) là kênh đường xuống chính mang dữ liệu trong mạng LTE, trong khi kênh vật lý điều khiển đường xuống (PDSCH) được sử dụng để mang thông tin điều khiển đường xuống (DCI) trong mạng LTE. Thông tin điều khiển đường xuống này có thể gồm có quyết định định thời, thông tin liên quan đến thông tin tín hiệu tham chiếu, quy tắc tạo lập các khối vận chuyển (transport block - TB) tương ứng để được mang bởi PDSCH, và các câu lệnh điều khiển công suất. Đối với các tín hiệu tham chiếu, các tín hiệu tham chiếu đặc trưng của bộ phận (cell-specific reference signals, CRS) được sử dụng bởi các thiết bị người dùng đầu cuối cho việc giải điều chế tín hiệu kênh điều khiển/kênh dữ liệu trong các chế độ truyền dẫn không tiền mã hóa hoặc tiền mã hóa dựa trên bảng mã (codebook), giám sát liên kết vô tuyến (radio link monitoring) và các phép đo đặc phản hồi thông tin trạng thái kênh (CSI). Tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối (DMRS) được sử dụng bởi các thiết bị người dùng đầu cuối cho việc giải điều chế tín hiệu

kênh điều khiển/kênh dữ liệu trong các chế độ truyền dẫn không dựa trên bảng mã (non-codebook-based).

Xem xét một kênh nhiều ăng ten phát nhiều ăng ten thu MIMO mà mô hình hóa đường xuống của một hệ thống giao tiếp di động 100. Trạm gốc được trang bị N_t ăng ten truyền dẫn, và K thiết bị người dùng đầu cuối có N_r ăng ten thu trên mỗi thiết bị. Tại một bộ phận tài nguyên tần số - thời gian (time-frequency resource element), trạm gốc thực hiện truyền dẫn MIMO thông qua B chùm tia không gian (spatial beam) ($B \leq N_t$) tới L ($L \leq K$) thiết bị người dùng đầu cuối bằng tiền mã hóa tuyến tính. Trên ví dụ ở FIG.1, bốn chùm tia không gian được truyền dẫn bởi TX ăng ten, trong đó hai chùm tia không gian được dành cho mỗi bộ thu. Các hệ số h_{11} , h_{12} , h_{13} , và h_{14} thể hiện sự truyền dẫn từ ăng ten x_1 đến các ăng ten y_1 , y_2 , y_3 , và y_4 . Các hệ số h_{21} , h_{22} , h_{23} , và h_{24} thể hiện sự truyền dẫn từ ăng ten x_2 đến các ăng ten y_1 , y_2 , y_3 , và y_4 . Các hệ số h_{31} , h_{32} , h_{33} , và h_{34} thể hiện sự truyền dẫn từ ăng ten x_3 đến các ăng ten y_1 , y_2 , y_3 , và y_4 . Cuối cùng, các hệ số h_{41} , h_{42} , h_{43} , và h_{44} thể hiện sự truyền dẫn từ ăng ten x_4 đến các ăng ten y_1 , y_2 , y_3 , và y_4 . Sự truyền dẫn từ mỗi bốn TX ăng ten đạt tới mỗi bốn RX ăng ten. Tín hiệu nhận được cho truyền dẫn ghép kênh không gian hai lớp có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\underline{y}_i = \mathbf{H}_i \mathbf{W}_i \begin{bmatrix} d_{0,i} \\ d_{1,i} \end{bmatrix} + \underline{n}_i$$

trong đó,

- i là chỉ số RE (RE index)
- \mathbf{H}_i là ma trận đáp ứng kênh
- \mathbf{W}_i là ma trận tiền mã hóa
- $d_{0,i}$ là tầng-0 (layer-0) truyền dẫn tín hiệu
- $d_{1,i}$ là tầng-1 (layer-1) truyền dẫn tín hiệu
- \underline{y}_i là tín hiệu thu được
- \underline{n}_i là nhiễu

Trong hệ thống LTE, bảng mã (codebook) hai giai đoạn đã được định nghĩa cho ma trận tiền mã hóa. Ma trận tiền mã hóa đó có thể được áp dụng cho dữ liệu RE (data RE) như phương trình (1) ở dưới đây, ma trận tiền mã hóa đối với tín hiệu giải điều chế (DMRS), mà vô hình (transparent) đối với thiết bị người dùng đầu cuối, là phương trình (2), và ma trận được xác định trước cho sự luân chuyển đồng pha để xử lý mức RE (RE level) trở thành phương trình (3) như dưới đây:

$$\frac{1}{\sqrt{2P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & \underline{0} \\ \underline{0} & v_{l,m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \varphi_n & -\varphi_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & \underline{0} \\ \underline{0} & v_{l,m} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \varphi_n & -\varphi_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

trong đó,

- $P = 2N_1N_2$ được định nghĩa là số công CSI-RS, trong đó N_1 và N_2 tương ứng là số công ăng ten có cùng phân cực ở chiều thứ nhất và chiều thứ hai
- $v_{l,m}$ được định nghĩa:

$$v_{l,m} = \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi}{O_1N_1}u_m} & \dots & e^{j\frac{2\pi(N_1-1)}{O_1N_1}u_m} \end{bmatrix}^T,$$

$$u_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi m}{O_2N_2}} & \dots & e^{j\frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2N_2}} \end{bmatrix}$$

trong đó l và m là các chỉ số PMI (precoding matrix indicator) của bảng mã (codebook)

- φ_n được định nghĩa:

$$\varphi_n = e^{j\pi n/2}$$

trong đó n là chỉ số của hệ số đồng pha.

Mạng LTE đã định nghĩa các chế độ truyền dẫn (TM) khác nhau cho những kịch bản truyền dẫn khác nhau. Đối với chế độ truyền dẫn 9 hoặc 10, có đến 8 tầng truyền dẫn được hỗ trợ bởi tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối, ví dụ, tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS). Đối với tín chế độ truyền dựa trên tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS-based TM), các bản đồ thiết bị người dùng đầu cuối đã định rằng, tỉ số năng lượng trên một bộ phận tài nguyên (EPRE) của kênh vật lý đường xuống được chia sẻ (PDSCH) đối với EPRE tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối trong mỗi biểu tượng của ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), mà chứa tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối, là 0dB, đối với số tầng truyền dẫn nhỏ hơn hoặc bằng hai. Tuy nhiên, dựa trên ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho dữ liệu RE, phương trình (1), và ma trận tiền mã hóa đối được áp dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối, phương trình (2), tỉ số EPRE của PDSCH đối với EPRE tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối trong mỗi biểu tượng của OFDM, mà chứa tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối, là 3dB, và điều này vi phạm thông số kỹ thuật 0dB. Ngoài ra, khi công suất DMRS thấp hơn, điều đó sẽ làm ảnh hưởng đến hiệu suất ước lượng kênh truyền ở bộ thu.

Theo một khía cạnh mới khác, đối với hệ thống truyền dựa trên DMRS hai tầng (Rank=2), ma trận tiền mã hóa được áp dụng cho dữ liệu RE, một cách tương đương được thể hiện ở phương trình (4) dưới đây, ma trận tiền mã hóa đối với tín hiệu tham chiếu (RS) mà vô hình (transparent) đối với thiết bị người dùng đầu cuối trở thành phương trình (5), và ma trận được xác định trước cho sự luân chuyển đồng pha để xử lý mức RE (RE level) được sửa đổi trở thành phương trình (6) như dưới đây:

$$\frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & 0 \\ 0 & v_{l,m} \end{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \varphi_n & -\varphi_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} & 0 \\ 0 & v_{l,m} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \varphi_n & -\varphi_n \end{bmatrix} \quad \text{với } \varphi_n = e^{j2\pi n l / P} \quad (6)$$

trong đó,

- $P = 2N_1N_2$ được định nghĩa là số cổng CSI-RS, trong đó N_1 và N_2 tương ứng là số cổng ăng ten có cùng phân cực ở chiều thứ nhất và chiều thứ hai.
- $v_{l,m}$ được định nghĩa:

$$v_{l,m} = \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi l}{O_1 N_1} u_m} & \dots & e^{j\frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1} u_m} \end{bmatrix}^T$$

$$u_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi m}{O_2 N_2}} & \dots & e^{j\frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix}$$

trong đó l và m là cách chỉ số PMI (precoding matrix indicator) của bảng mã (codebook)

- φ_n được định nghĩa:

$$\varphi_n = e^{j2\pi n l / P}$$

trong đó n là chỉ số của hệ số đồng pha.

Bằng cách áp dụng ma trận luân chuyển đồng pha (phương trình (6)) cho hệ thống truyền dẫn tín hiệu tham chiếu giải điều chế hai tầng, tỉ số EPRE của PDSCH đối với EPRE của DMRS là 0dB, như theo yêu cầu của thông số kỹ thuật LTE. Ngoài ra, khi công suất DMRS sau ma trận tiền mã hóa (phương trình (5)), hiệu suất ước lượng kênh truyền thiết bị người dùng đầu cuối được cải thiện.

FIG. 2 là sơ đồ khối đơn giản của trạm gốc và thiết bị người dùng đầu cuối thực hiện theo những phương án xác định của sáng chế này. Đối với trạm gốc 201, ăng ten 221 truyền dẫn và nhận các tín hiệu vô tuyến. Mô đun thu phát tín hiệu vô tuyến 208, kết hợp với ăng ten này, nhận các tín hiệu vô tuyến RF từ ăng ten, chuyển đổi thành các tín hiệu băng gốc (baseband signal) và gửi chúng đến bộ xử lý 203. Mô đun thu phát tín hiệu vô tuyến 208 cũng chuyển đổi các tín hiệu băng gốc nhận được từ bộ xử lý, chuyển đổi chúng thành các tín hiệu vô tuyến, và gửi tới ăng ten 221. Bộ xử lý 203 xử lý các tín hiệu băng gốc nhận được và gọi các mô đun chức năng khác nhau để thực hiện các tính năng ở trạm gốc 201. Bộ nhớ 202 lưu trữ các câu lệnh chương trình và dữ liệu 209 để điều khiển các hoạt động của trạm gốc.

Các cấu hình tương tự cũng hiện hữu trên thiết bị người dùng đầu cuối 211, trong đó ăng ten 231 truyền dẫn và nhận tín hiệu vô tuyến. Mô đun thu phát tín hiệu vô tuyến 218, kết hợp với ăng ten này, nhận các tín hiệu vô tuyến từ ăng ten, chuyển đổi thành các tín hiệu băng gốc và gửi tới bộ xử lý 213. Mô đun thu phát tín hiệu vô tuyến 218 cũng chuyển đổi tín hiệu băng gốc nhận được từ bộ xử lý, chuyển đổi chúng thành các tín hiệu vô tuyến, gửi đến ăng ten 231. Bộ xử lý 213 xử lý tín hiệu băng gốc nhận được và gọi các mô đun chức năng khác nhau để thực hiện các tính năng ở thiết bị người dùng đầu cuối 211. Bộ nhớ 212 lưu trữ các câu lệnh chương trình và dữ liệu 219 để điều khiển các hoạt động của thiết bị người dùng đầu cuối.

Trạm gốc 201 và thiết bị người dùng đầu cuối 211 cũng gồm có một vài mô đun chức năng và các mạch để thực hiện theo một số phương án của sáng chế này. Các mô đun chức năng khác nhau là các mạch có thể được cấu hình và triển khai bởi phần mềm, firmware, phần cứng hoặc là các tổ hợp của chúng. Các mô đun chức năng và các mạch chức năng này, khi được thực thi bởi bộ xử lý 203 và 213 (ví dụ, thông qua thực thi các mã 209 và 219), ví dụ, cho phép trạm gốc 201 định thời (thông qua bộ định thời 204), tiền mã hóa (thông qua bộ phận tiền mã hóa 205), mã hóa (thông qua mạch mã hóa MIMO 206), truyền dẫn thông tin điều khiển/cấu hình và dữ liệu (thông qua mạch điều khiển/cấu hình 207) tới thiết bị người dùng đầu cuối, và cho phép thiết bị người dùng đầu cuối 211 nhận, giải mã (thông qua mạch MIMO 216), và beamform (thông qua mạch beamform 215) thông tin điều khiển/cấu hình và dữ liệu (thông qua mạch điều khiển/cấu

hình 217), và theo đó thực hiện việc ước lượng kênh truyền (thông qua mạch đo/ước lượng 220). Theo một ví dụ, trạm gốc 201 áp dụng ma trận luân chuyển đồng pha (phương trình (6)) cho hệ thống truyền dẫn tín hiệu tham chiếu giải điều chế hai tầng (Rank=2), tỉ số EPRE của PDSCH đối với EPRE của DMRS là 0dB, như theo yêu cầu của thông số kỹ thuật LTE. Ngoài ra, khi công suất DMRS sau ma trận tiền mã hóa (phương trình (5)), hiệu suất ước lượng kênh truyền thiết bị người dùng đầu cuối được cải thiện.

FIG. 3 minh họa quá trình truyền dẫn đường xuống MIMO sử dụng chế độ truyền dẫn DMRS từ phối cảnh trạm gốc theo một khía cạnh mới của sáng chế này. FIG. 3 mô tả cả tiền mã hóa dữ liệu và tiền mã hóa tín hiệu tham chiếu. Đối với việc tiền mã hóa dữ liệu, ở bước 311, trạm gốc tạo ra hai tầng dữ liệu từ tín hiệu đầu vào thông qua mã hóa MIMO. Cả tầng-0 (layer-0) và tầng-1 (layer-1) đều được tiền mã hóa bởi ma trận tiền mã hóa ở bước 312, dữ liệu tiền mã hóa sau đó được truyền dẫn tới thiết bị người dùng đầu cuối thông qua mạng ăng ten hai chiều bao gồm số lượng lớn các ăng ten từ 0 đến $2N_1N_2-1$. Dữ liệu ma trận tiền mã hóa có thể được viết dưới dạng $\mathbf{A}\mathbf{B}$, trong đó \mathbf{A} là ma trận $2N_1N_2$ (phương trình (5)), và \mathbf{B} là ma trận 2×2 (phương trình (6)). Trong nhóm khối tài nguyên tiền mã hóa (PRG), mỗi bộ phận tài nguyên (RE) áp dụng giống nhau ma trận \mathbf{A} , và, ma trận \mathbf{B} được thay đổi theo từng RE dựa trên chỉ số RE (Re index). Ma trận \mathbf{B} cũng được đề cập như là ma trận luân chuyển đồng pha, và được xác định riêng cho mỗi chỉ số RE.

Đối với tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối tiền mã hóa DMRS, ở bước 321, trạm gốc tạo ra tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) hai tầng bằng cách sử dụng ghép kênh phân chia theo mã (code division multiplexing, CDM). Cả tầng-0 (layer-0) và tầng-1 (layer-1) đều được tiền mã hóa bởi ma trận tiền mã hóa ở bước 322, và dữ liệu tiền mã hóa sau đó được truyền dẫn tới thiết bị người dùng đầu cuối thông qua mạng ăng ten hai chiều bao gồm số lượng lớn các ăng ten từ 0 đến $2N_1N_2-1$. Ma trận tiền mã hóa DMRS có thể được viết là \mathbf{A} (phương trình (5)), giống như ma trận \mathbf{A} trong tiền mã hóa dữ liệu. Trong một nhóm khối tài nguyên tiền mã hóa (PRG), mỗi bộ phận tài nguyên (RE) áp dụng giống nhau ma trận \mathbf{A} cho việc tiền mã hóa DMRS.

FIG. 4 minh họa quá trình truyền dẫn đường xuống MIMO sử dụng chế độ truyền dẫn DMRS từ phối cảnh thiết bị người dùng đầu cuối theo một khía cạnh mới của sáng chế này. Thiết bị người dùng đầu cuối nhận định thời đường xuống từ trạm gốc đang phục vụ cho quá trình truyền dẫn dữ liệu đường xuống, trong đó tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối DMRS được truyền dẫn trên những bộ phận tài nguyên được xác định trước, và tín hiệu dữ liệu được truyền dẫn trên những REs được định thời còn lại (remaining scheduled REs). Ở bước 411, thiết bị người dùng đầu cuối nhận tín hiệu tương tự (analog signal) từ mô đun RF của nó và chuyển đổi thành tín hiệu số bằng mạch chuyển đổi tín hiệu tương tự - kỹ thuật số (ADC circuit). Ở bước 412, tín hiệu kỹ thuật số được xử lý bởi mạch xử lý biến đổi Fourier nhanh (FFT processing circuit). Ở bước 421, thiết bị người dùng đầu cuối thực hiện ước lượng kênh truyền thông qua việc sử dụng của DMRS. Cụ thể, đối với mỗi DMRS RE, thiết bị người dùng đầu cuối ước lượng $H_i \times A$ cho RE thứ i (i^{th} RE). Ở bước 422, thiết bị người dùng đầu cuối ngoài ra còn dẫn xuất ra giá trị ước lượng kênh truyền cho RE thứ i (i^{th} RE) bằng cách nhân với B , trong đó, B là ma trận luân chuyển đồng pha mà được thể hiện bởi phương trình (6). Chú ý rằng kênh tương đương được quan sát từ mỗi DMRS ở trong PRG là $H_k \times A$, có kích thước $N_r \times 2$, trong đó N_r là số ăng ten của thiết bị người dùng đầu cuối, và H_k là ma trận đáp ứng kênh cho DMRS thứ k (k^{th} DMRS).

FIG. 5 minh họa quy trình tuần tự của hệ thống truyền dẫn dựa trên DMRS cho truyền dẫn ghép kênh không gian (spatial multiplexing transmission) hai tầng (rank=2). Ở bước 511, trạm gốc 501 truyền dẫn thông tin định thời đường xuống tới thiết bị người dùng đầu cuối 502. Thông tin định thời đường xuống bao gồm thông tin điều khiển đường xuống (DCI) thông qua các kênh PDCCHs cho truyền dẫn đường xuống tương ứng thông qua PDSCH. Thông tin định thời đường xuống (DCI) ở những định dạng khác nhau được làm khớp với các chế độ truyền dẫn khác nhau và các kiểu cấp phát tài nguyên trên đường xuống. Ở bước 512, trạm gốc 501 truyền dẫn tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối DMRS tới thiết bị người dùng đầu cuối 502 trên các REs được xác định trước. Tín hiệu tham chiếu giải điều chế DMRS được áp dụng với ma trận tiền mã hóa A . Ở bước 513, trạm gốc 501 truyền dẫn tín hiệu dữ liệu tới thiết bị người dùng đầu cuối 502 trên những RE được định thời còn lại. Tín hiệu dữ liệu đó được áp dụng với ma

trận tiền mã hóa \mathbf{AxB} . Chú ý rằng, thông tin điều khiển đường xuống (DCI), tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) và tín hiệu dữ liệu có thể được truyền dẫn trên truyền dẫn đường xuống giống nhau, nhưng thông qua các vị trí tài nguyên khác nhau. Ở bước 521, thiết bị người dùng 502 tiếp nhận truyền dẫn đường xuống và thực hiện việc ước lượng kênh thông qua việc sử dụng DMRS. Cụ thể, thiết bị người dùng đầu cuối 502 ước lượng kênh $\mathbf{H}_i \times \mathbf{A}$ cho RE thứ i (i^{th} RE). Ở bước 522, thiết bị người dùng đầu cuối ngoài ra còn dẫn xuất ra tín hiệu dữ liệu bằng cách nhân với ma trận luân chuyển đồng pha \mathbf{B} được xác định trước cho RE thứ i (i^{th} RE). Chú ý rằng công suất truyền dẫn cho tín hiệu tham chiếu giải điều chế dưới việc mã hóa được đề xuất được nâng lên theo hệ số $\sqrt{2}$. Ngoài ra, ma trận luân chuyển đồng pha cho mỗi dữ liệu RE dưới việc mã hóa được đề xuất được nâng lên theo hệ số $1/\sqrt{2}$. Kết quả là, tỉ số EPRE của dữ liệu qua PDSCH đối với EPRE của DMRS là 0dB, như theo yêu cầu của thông số kỹ thuật LTE.

FIG. 6 là lưu đồ dòng của phương pháp tiền mã hóa hệ thống truyền dẫn dựa trên DMRS hai tầng từ phối cảnh trạm gốc theo một khía cạnh mới của sáng chế này. Ở bước 601, trạm gốc truyền dẫn thông tin định thời tới thiết bị người dùng đầu cuối cho truyền dẫn đường xuống trong mạng truyền thông không dây. Ở bước 602, trạm gốc truyền dẫn tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó tín hiệu tài nguyên thiết bị người dùng đầu cuối là tín hiệu tham chiếu giải điều chế được cấu hình cho thiết bị người dùng đầu cuối đó và được truyền dẫn thông qua các DMRS REs được xác định trước. Ở bước 603, trạm gốc truyền dẫn tín hiệu dữ liệu thông qua dữ liệu RE mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ hai, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ hai này có thể được thể hiện bởi tích của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận luân chuyển đồng pha, và trong đó tỉ số EPRE của dữ liệu REs đối với EPRE của DMRS REs là 0dB.

FIG. 7 là biểu đồ tiến trình của phương pháp tiền mã hóa hệ thống truyền dẫn dựa trên DMRS hai tầng từ phối cảnh thiết bị người dùng đầu cuối theo một khía cạnh mới của sáng chế này. Ở bước 701, thiết bị người dùng đầu cuối nhận thông tin định thời từ trạm gốc đang phục vụ cho truyền dẫn đường xuống trong mạng truyền thông không dây. Ở bước 702, thiết bị người dùng đầu cuối thực hiện ước lượng kênh truyền, bằng

cách đo đặc tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị đầu cuối mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó tín hiệu tài nguyên thiết bị người dùng đầu cuối là tín hiệu tham chiếu giải điều chế được truyền dẫn thông qua các bộ phận tài nguyên DMRS được xác định trước. Ở bước 703, thiết bị người dùng đầu cuối nhận và giải mã tín hiệu dữ liệu thông qua dữ liệu các bộ phận tài nguyên mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ hai. Ma trận tiền mã hóa thứ hai này có thể được thể hiện bởi tích của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận luân chuyển đồng pha. Ở bước 704, thiết bị người dùng đầu cuối dẫn xuất ra tín hiệu dữ liệu bằng cách sử dụng ma trận luân chuyển đồng pha, và trong đó tỉ số EPRE của dữ liệu REs đối với EPRE của DMRS REs là 0dB.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả có liên hệ đến những phương án xác định cho mục đích hướng dẫn, sáng chế này không bị giới hạn theo những phương án đó. Theo đó, các sửa đổi khác nhau, các tiếp nhận, và tổ hợp các tính năng theo như những phương án được mô tả có thể được thực hiện mà không lệch khỏi phạm vi của sáng chế như được nêu trong yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tiền mã hóa của sơ đồ truyền dẫn dựa trên tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS-demodulation reference signal) hai tầng (rank=2) từ trạm gốc (BS-base station) bao gồm:

truyền dẫn thông tin định thời từ trạm gốc đang phục vụ tới thiết bị người dùng đầu cuối (user equipment - UE) cho truyền dẫn đường xuống trong mạng truyền thông không dây;

truyền dẫn tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó tín hiệu tài nguyên đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối là tín hiệu tham chiếu giải điều chế (demodulation reference signal - DMRS) được cấu hình cho thiết bị người dùng đầu cuối và được truyền dẫn qua các bộ phận tài nguyên (resource element - RE) DMRS được xác định trước; và

truyền dẫn tín hiệu dữ liệu qua các dữ liệu RE mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ hai, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ hai này có thể được thể hiện bằng tích của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận luân chuyển đồng pha, và trong đó tỉ số của năng lượng trên một bộ phận tài nguyên (energy per resource element - EPRE) của các RE dữ liệu với EPRE của bộ phận tài nguyên của tín hiệu tham chiếu giải điều chế (demodulation reference signal resource element DMRS REs) là 0dB.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin định thời được mang bởi kênh vật lý điều khiển đường xuống (physical downlink control channel - PDCCH).

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trạm gốc tăng công suất truyền dẫn của bộ phận tài nguyên của tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS REs) thông qua ma trận tiền mã hóa thứ nhất sao cho hiệu suất ước lượng kênh truyền thiết bị người dùng đầu cuối (UE) được cải thiện.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất được định nghĩa trong bảng mã (codebook) và được nhân với hệ số $1/\sqrt{P}$, trong đó P được xác định là số công cho tín hiệu tham chiếu.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha được xác định trước cho mỗi dữ liệu RE dựa trên các chỉ số dữ liệu bộ phận tài nguyên tương ứng.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha là ma trận 2×2 có những hệ số đồng pha, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha này được nhân với hệ số $1/\sqrt{2}$.

7. Phương pháp tiền mã hóa của sơ đồ truyền dẫn dựa trên tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) hai tầng (rank=2) từ thiết bị người dùng (UE-user equipment) bao gồm:

nhận thông tin định thời đến từ trạm gốc đang phục vụ bởi thiết bị người dùng đầu cuối (UE) cho truyền dẫn đường xuống trong mạng truyền thông không dây;

thực hiện ước lượng kênh truyền bằng cách đo đặc tín hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó tín hiệu tài nguyên thiết bị người dùng đầu cuối là tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) được truyền dẫn thông qua các bộ phận tài nguyên của DMRS (DMRS REs) được xác định trước;

giải mã tín hiệu dữ liệu thông qua dữ liệu các RE mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ hai, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ hai này có thể được thể hiện bởi tích của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận luân chuyển đồng pha; và

dẫn xuất tín hiệu dữ liệu trên bằng cách sử dụng ma trận luân chuyển đồng pha, trong đó tỉ số của năng lượng trên một bộ phận tài nguyên (EPRE) của dữ liệu các bộ phận tài nguyên (REs) đối với EPRE của tín hiệu tham chiếu giải điều chế các bộ phận tài nguyên (DMRS REs) là 0dB.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó thông tin định thời được mang bởi kênh vật lý điều khiển đường xuống (PDCCH).

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó thiết bị người dùng đầu cuối nâng cao hiệu suất ước lượng kênh truyền khi tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) được truyền dẫn với công suất cao hơn thông qua ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất được định nghĩa trong bảng mã (codebook) và được nhân với hệ số $1/\sqrt{P}$, trong đó P là số cổng giao tiếp cho tín hiệu tham chiếu.

11. Phương pháp theo điểm 7, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha được xác định trước cho mỗi dữ liệu RE dựa trên chỉ số dữ liệu các bộ phận tài nguyên tương ứng.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha là ma trận 2x2 có những hệ số đồng pha, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha này được nhân với hệ số $1/\sqrt{2}$.

13. Phương pháp theo điểm 7, trong đó truyền dẫn đường xuống là dạng truyền dẫn ghép kênh không gian hai tầng.

14. Thiết bị người dùng đầu cuối (user equipment - UE) bao gồm:

bộ thu sóng vô tuyến (radio frequency - RF) dùng để nhận thông tin định thời từ trạm gốc đang phục vụ cho truyền dẫn đường xuống trong mạng truyền thông không dây;

mạch ước lượng kênh truyền dùng để ước lượng kênh truyền bằng cách đo đặc tính hiệu tham chiếu đặc thù của thiết bị người dùng đầu cuối mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó tín hiệu tài nguyên thiết bị người dùng đầu cuối là tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) được truyền dẫn thông qua các bộ phận tài nguyên DMRS (DMRS REs) được xác định trước; và

bộ giải mã dùng để giải mã tín hiệu dữ liệu thông qua dữ liệu các bộ phận tài nguyên (REs) mà được áp dụng với ma trận tiền mã hóa thứ hai, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ hai này có thể được thể hiện bởi tích của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận luân chuyển đồng pha, và tín hiệu dữ liệu này được dẫn xuất ra bằng cách sử dụng ma trận luân chuyển đồng pha sao tỉ số của năng lượng trên một bộ phận tài nguyên (EPRE) của dữ liệu các bộ phận tài nguyên (REs) đối với EPRE của tín hiệu tham chiếu giải điều chế các bộ phận tài nguyên (DMRS REs) là 0dB.

15. Thiết bị người dùng đầu cuối theo điểm 14, trong đó thông tin định thời được mang bởi kênh vật lý điều khiển đường xuống (physical downlink control channel - PDCCH).

16. Thiết bị người dùng đầu cuối theo điểm 14, trong đó thiết bị người dùng đầu cuối nâng cao hiệu suất ước lượng kênh truyền khi tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DMRS) được truyền dẫn với công suất cao hơn thông qua ma trận tiền mã hóa thứ nhất.
17. Thiết bị người dùng đầu cuối theo điểm 16, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất được định nghĩa trong bảng mã (codebook) và được nhân với hệ số $1/\sqrt{P}$, trong đó P là số cổng giao tiếp cho tín hiệu tham chiếu.
18. Thiết bị người dùng đầu cuối theo điểm 14, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha được xác định trước cho mỗi dữ liệu RE dựa trên chỉ số dữ liệu các bộ phận tài nguyên tương ứng.
19. Thiết bị người dùng đầu cuối theo điểm 18, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha là ma trận 2x2 có những hệ số đồng pha, trong đó ma trận luân chuyển đồng pha này được nhân với hệ số $1/\sqrt{2}$.
20. Thiết bị người dùng đầu cuối theo điểm 14, trong đó truyền dẫn đường xuống là dạng truyền dẫn ghép kênh không gian hai tầng.

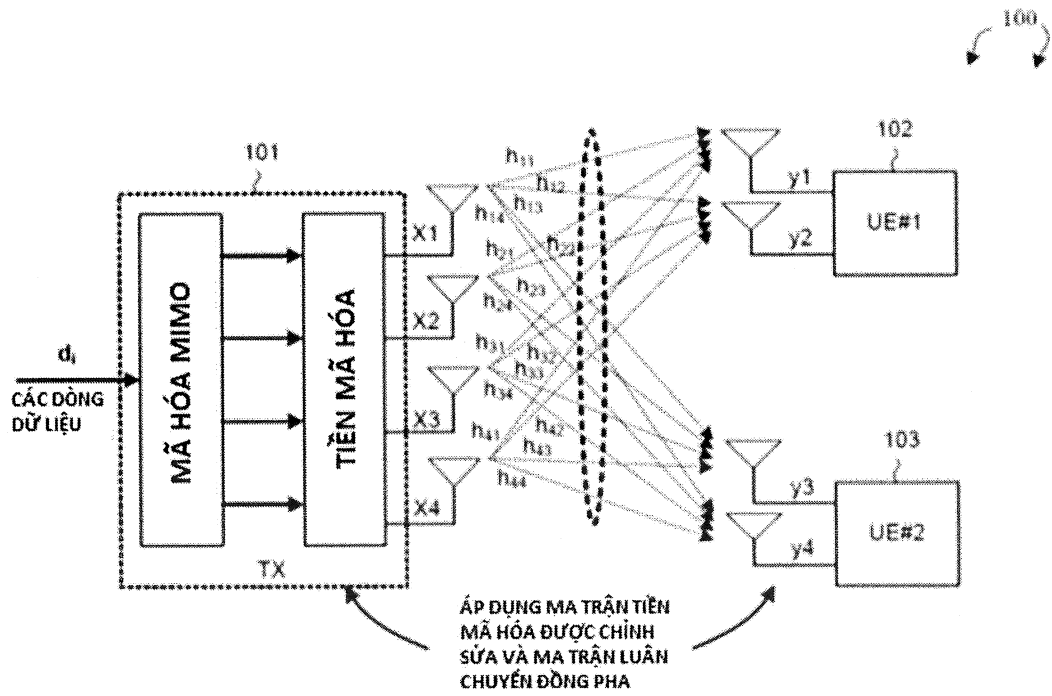


FIG. 1

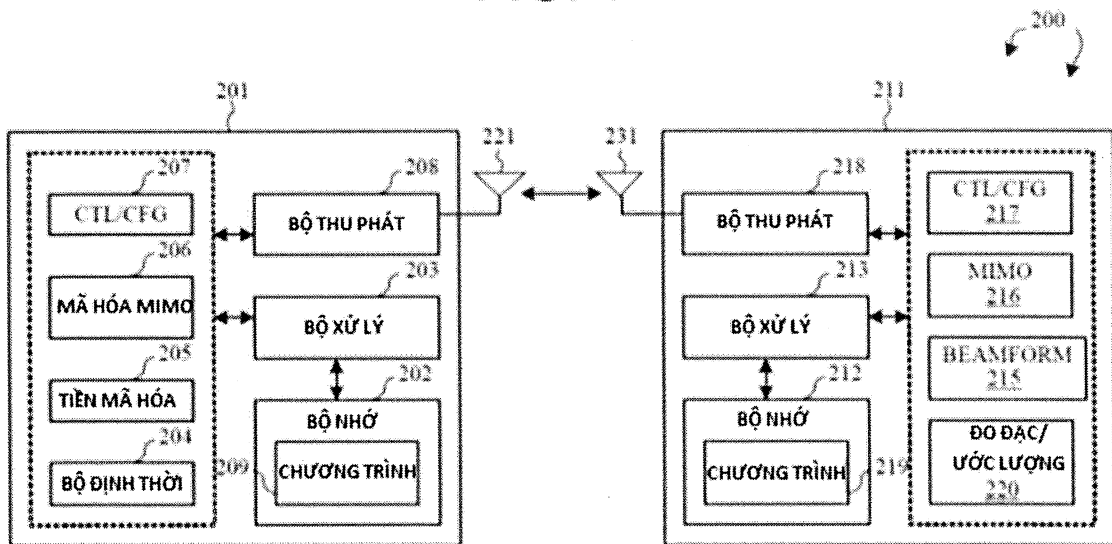


FIG. 2

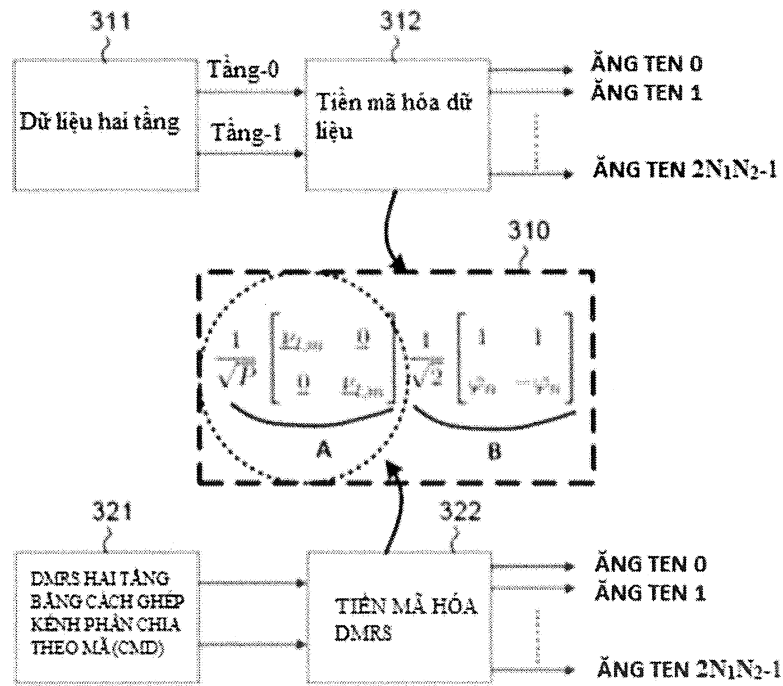


FIG. 3

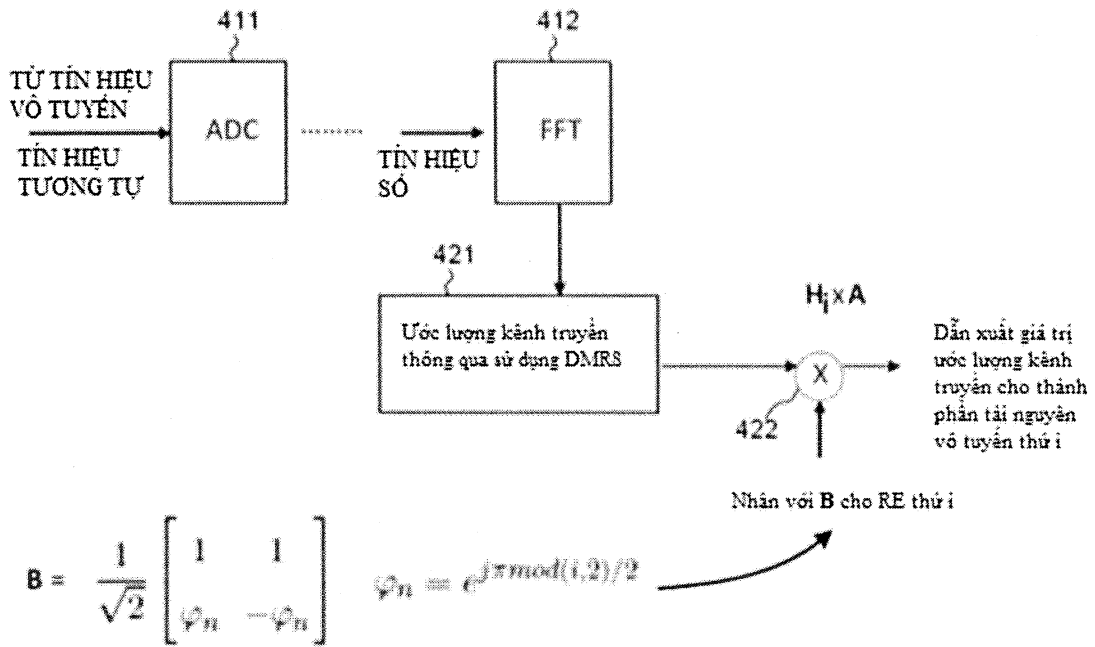


FIG. 4

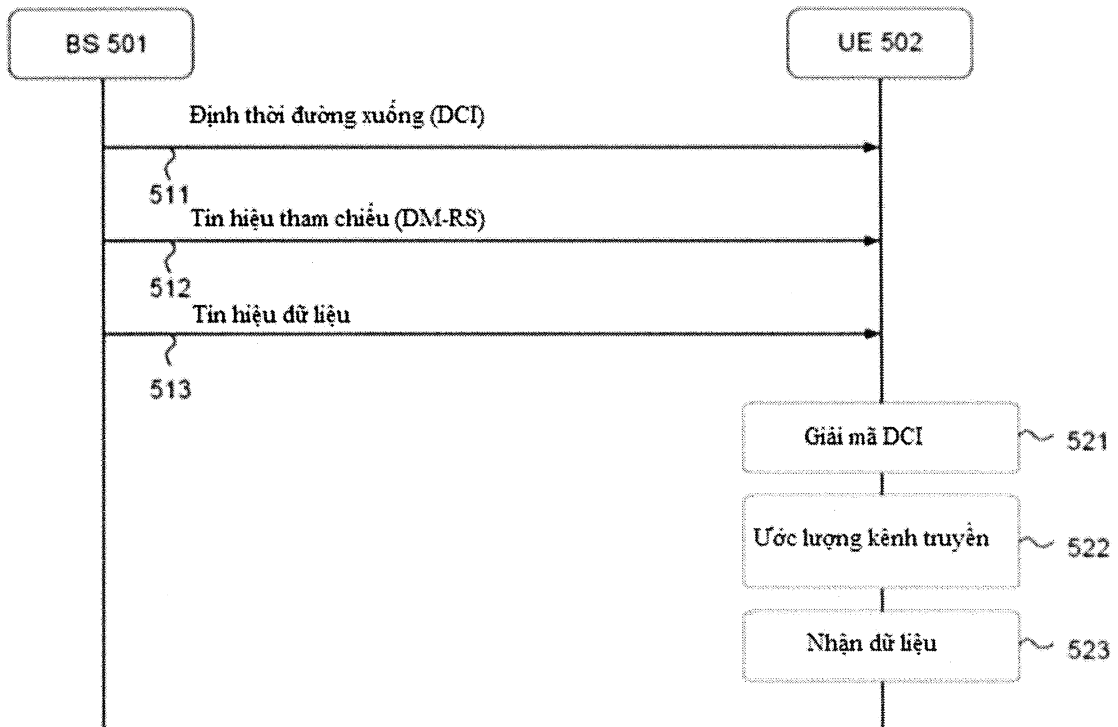


FIG. 5

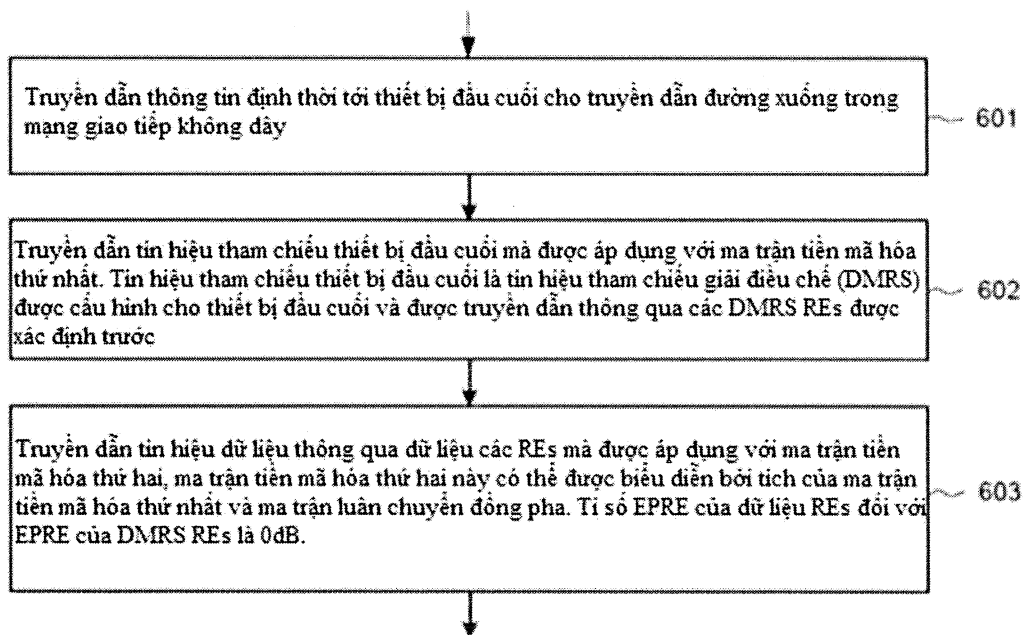


FIG. 6

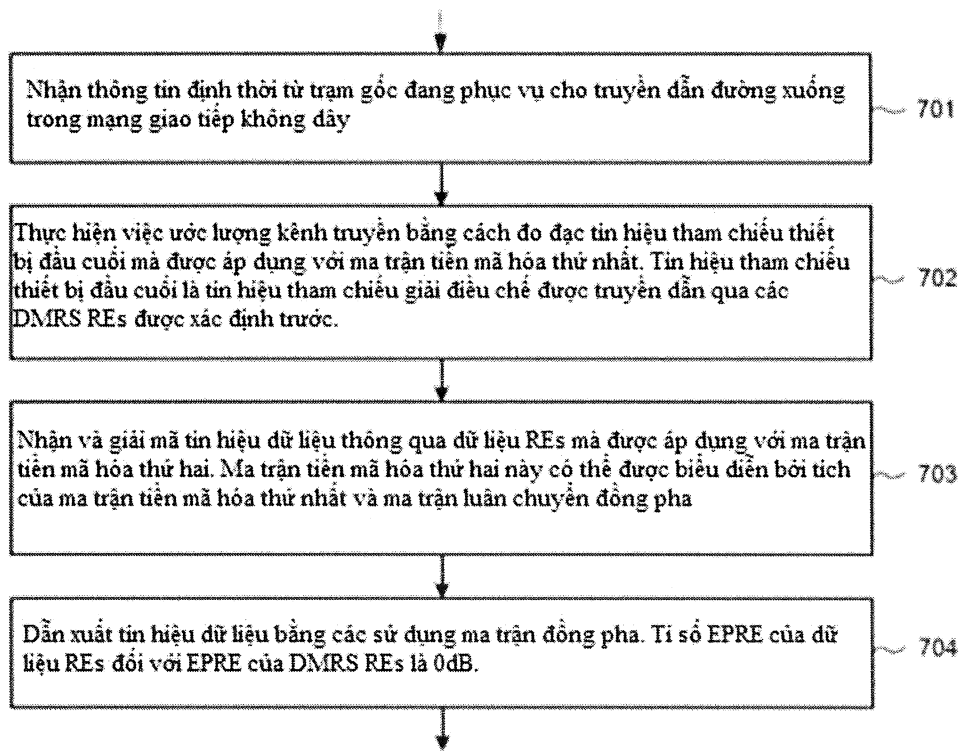


FIG. 7