



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



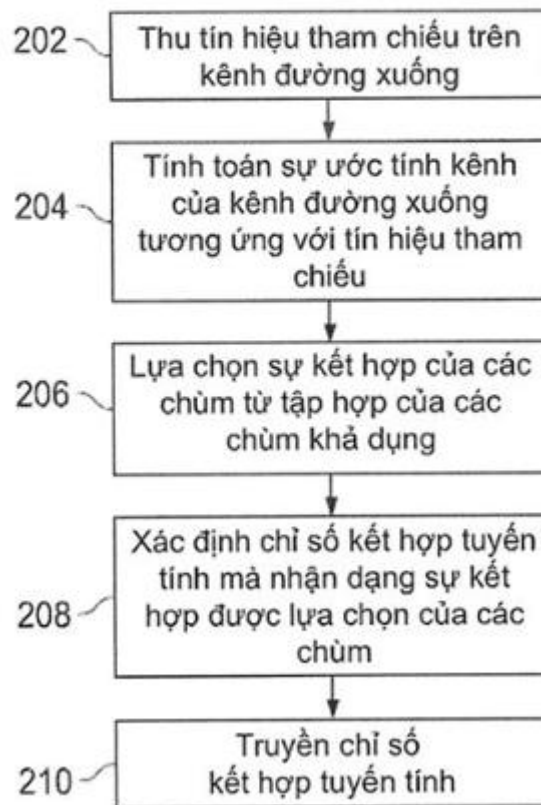
1-0039296

(51)¹⁹ H04L 27/00 (13) B

-
- (21) 1-2019-02277 (22) 03/11/2017
(86) PCT/CN2017/109347 03/11/2017 (87) WO 2018/082659 A1 11/05/2018
(30) 62/417,832 04/11/2016 US; 15/800,955 01/11/2017 US
(45) 25/04/2024 433 (43) 25/07/2019 376A
(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, China
(72) LIU, Bin (CN); XIA, Pengfei (CN).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)
-

- (54) PHƯƠNG PHÁP GỬI THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH, PHƯƠNG PHÁP THU THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH, THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VÀ TRẠM GỐC
(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp lựa chọn không gian con, thiết bị người dùng (UE-user equipment) và phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính dùng để thu các tín hiệu tham chiếu bởi UE từ trạm gốc trong kênh đường xuống, cũng như truyền chỉ số kết hợp tuyến tính từ UE tới trạm gốc. Cụ thể là, chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp của các chùm được lựa chọn từ tập hợp của các chùm tương ứng với RS (tín hiệu tham chiếu-reference signal).

200



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp lựa chọn không gian con, và, trong phương án cụ thể, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp truyền sự lựa chọn không gian con.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tín hiệu không dây được truyền thông tại các tần số sóng mang cao, chẳng hạn như các tín hiệu sóng milimet (mmW), có mục đích thể hiện tổn thất đường truyền của không gian xung quanh (Free space path loss) cao. Để bù cho các tỷ lệ tổn thất cao, các mạng viễn thông thế hệ tiếp theo có thể sử dụng sự tạo chùm tại cả trạm gốc và UE (user equipment – thiết bị người dùng) để khai thác sự lan truyền đa đường và làm tăng thông lượng và/hoặc độ tin cậy hệ thống. Sự thực hiện sự tạo chùm tại cả trạm gốc và UE có thể làm tăng đáng kể độ phức tạp của các kỹ thuật quản lý chùm cơ sở.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các ưu điểm kỹ thuật thường đạt được bởi phương án của sáng chế mà mô tả các phương pháp truyền sự lựa chọn không gian con.

Theo phương án, phương pháp lựa chọn không gian con được đề xuất. Trong phương án này, phương pháp bao gồm bước thu tín hiệu tham chiếu (RS - reference signal) bởi thiết bị người dùng (UE) từ trạm gốc trong kênh đường xuống, cũng như truyền chỉ số kết hợp tuyến tính từ UE tới trạm gốc. Trong phương án này, chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp của các chùm được lựa chọn từ tập hợp của các chùm tương ứng với RS. Trong một ví dụ, chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp được lựa chọn của các chùm mà không có sự nhận dạng, hoặc chỉ báo rõ ràng theo cách khác, các chùm riêng lẻ dưới dạng kết hợp được lựa chọn của các chùm. Một cách tùy chọn, theo ví dụ này, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số kết hợp tuyến tính thuộc về tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước, và mỗi chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định

trước trong tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước nhận dạng sự kết hợp khác của các chùm trong tập hợp của các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước truyền chỉ số thao tác quay bởi UE tới trạm gốc. Chỉ số thao tác quay nhận dạng góc được lựa chọn của thao tác quay của không gian kênh bao gồm tập hợp của các chùm. Phương pháp còn bao gồm bước truyền chỉ số chất lượng kênh (CQI - channel quality index) tương ứng với sự kết hợp có trọng số được lựa chọn của các chùm từ UE tới trạm gốc. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước tính toán sự ước tính kênh của kênh đường xuống bởi UE tương ứng với RS, lựa chọn chỉ số thao tác quay bởi UE tương ứng với sự ước tính kênh được tính toán, và truyền chỉ số thao tác quay được lựa chọn bởi UE tới trạm gốc. Sự kết hợp của các chùm mà được lựa chọn tương ứng với sự ước tính kênh được tính toán. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, RS thu được trên các chùm khác nhau trong tập hợp của các chùm trong kênh đường xuống. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, RS thu được mà không được tiền mã hoá trong kênh đường xuống.

Theo phương án khác, phương pháp lựa chọn không gian con được đề xuất. Trong phương án này, phương pháp bao gồm bước truyền RS từ trạm gốc tới thiết bị người dùng (UE) và thu chỉ số kết hợp tuyến tính bởi trạm gốc từ UE. Trong phương án này, chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp của các chùm, được lựa chọn bởi UE, từ tập hợp của các chùm tương ứng với RS. Trong một ví dụ, chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp được lựa chọn của các chùm mà không có sự nhận dạng các chùm riêng lẻ dưới dạng kết hợp được lựa chọn của các chùm. Một cách tùy chọn, theo ví dụ này, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số kết hợp tuyến tính thuộc về tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước, và mỗi chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước trong tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước nhận dạng sự kết hợp khác

của các chùm trong tập hợp của các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước thu chỉ số thao tác quay bởi trạm gốc từ UE, chỉ số thao tác quay mà nhận dạng góc được lựa chọn của thao tác quay của tập hợp của các chùm. Trong phương án này, phương pháp còn bao gồm bước thu chỉ số chất lượng kênh (CQI) tương ứng với sự kết hợp có trọng số được lựa chọn của các chùm bởi trạm gốc. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, RS được truyền trên các chùm khác nhau trong tập hợp của các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, RS thu được mà không được tiền mã hoá trong kênh đường xuống.

Theo phương án khác nữa, thiết bị người dùng được đề xuất mà bao gồm bộ xử lý và phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình được thực thi bởi bộ xử lý. Trong phương án này, chương trình bao gồm các lệnh để thu RS từ trạm gốc trong kênh đường xuống và truyền chỉ số kết hợp tuyến tính tới trạm gốc, chỉ số kết hợp tuyến tính mà nhận dạng sự kết hợp của các chùm được lựa chọn từ tập hợp của các chùm tương ứng với RS. Trong một ví dụ, chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp được lựa chọn của các chùm mà không có sự nhận dạng, hoặc chỉ báo rõ ràng theo cách khác, các chùm riêng lẻ dưới dạng kết hợp được lựa chọn của các chùm. Một cách tùy chọn, theo ví dụ này, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số kết hợp tuyến tính thuộc về tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước và mỗi chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước trong tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước nhận dạng sự kết hợp khác của các chùm trong tập hợp của các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chương trình còn bao gồm các lệnh để truyền chỉ số thao tác quay tới trạm gốc. Chỉ số thao tác quay nhận dạng góc được lựa chọn của thao tác quay của tập hợp của các chùm. Chương trình còn bao gồm truyền chỉ số chất lượng kênh (CQI) tương ứng với sự kết hợp được lựa chọn của các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây,

hoặc trong ví dụ khác, chương trình còn bao gồm các lệnh để tính toán sự ước tính kênh của kênh đường xuống tương ứng với RS, lựa chọn chỉ số thao tác quay tương ứng với sự ước tính kênh được tính toán, và truyền chỉ số thao tác quay được lựa chọn tới trạm gốc. Sự kết hợp của các chùm mà được lựa chọn tương ứng với sự ước tính kênh được tính toán. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, RS thu được trên các chùm khác nhau trong tập hợp của các chùm trong kênh đường xuống. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, RS thu được mà không được tiền mã hoá trong kênh đường xuống.

Theo phương án khác nữa, trạm gốc được đề xuất mà bao gồm bộ xử lý và phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình được thực thi bởi bộ xử lý. Trong phương án này, chương trình bao gồm các lệnh truyền RS tới thiết bị người dùng (UE) và thu chỉ số kết hợp tuyến tính từ UE. Chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp của các chùm, được lựa chọn bởi UE, từ tập hợp của các chùm tương ứng với RS. Trong một ví dụ, chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp được lựa chọn của các chùm mà không có sự nhận dạng, hoặc theo cách khác, chỉ báo, các chùm riêng lẻ dưới dạng kết hợp được lựa chọn của các chùm. Một cách tùy chọn, theo ví dụ này, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số kết hợp tuyến tính thuộc về tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước. Mỗi chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước trong tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước nhận dạng sự kết hợp khác của các chùm trong tập hợp của các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chương trình còn bao gồm các lệnh để thu chỉ số thao tác quay từ UE. Chỉ số thao tác quay nhận dạng góc được lựa chọn của thao tác quay của tập hợp của các chùm. Chương trình còn bao gồm các lệnh để thu chỉ số chất lượng kênh (CQI) tương ứng với sự kết hợp được lựa chọn của các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, RS được truyền trên các chùm khác nhau trong tập hợp của các chùm. Một cách tùy chọn, trong

một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, RS thu được mà không được tiền mã hoá trong kênh đường xuống.

Theo phương án khác nữa, phương pháp gửi thông tin trạng thái kênh được đề xuất mà bao gồm bước lựa chọn, bởi thiết bị người dùng (UE), nhóm thứ nhất trong số các chùm từ bảng mã của các chùm, nhóm thứ nhất trong số các chùm này có chuỗi được xác định trước. Phương pháp cũng bao gồm bước truyền, bởi UE, chỉ số nhóm thứ nhất tới trạm gốc (BS), chỉ số nhóm thứ nhất mà nhận dạng duy nhất nhóm thứ nhất trong số các chùm được lựa chọn từ bảng mã của các chùm, số lượng thứ nhất của các bit thể hiện nhóm thứ nhất trong số các chùm bằng $\text{ceiling}(\log_2(\binom{N}{M}))$, N là số lượng của các từ mã trong bảng mã của các chùm và M là số lượng của các chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm. Trong một ví dụ, mỗi chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm được thể hiện bởi vectơ hoặc ma trận. Một cách tùy chọn, theo ví dụ này, hoặc trong ví dụ khác, mỗi chùm trong bảng mã của các chùm được thể hiện bởi vectơ hoặc ma trận. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, số lượng thứ nhất của các bit là số lượng của các bit trước mã hóa tiềm năng. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số nhóm được xác định bởi $C1 + l$, mà ở đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, $C1$ là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số nhóm được xác định bởi $C2 - l$, mà ở đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, $C2$ là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chuỗi được xác định trước được định rõ trong văn bản tiêu chuẩn. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được

đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước thu, bởi UE, chuỗi được xác định trước trong tin nhắn báo hiệu. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi tăng dần của các chỉ số chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi giảm dần của các chỉ số chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chùm liền kề với nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số nhóm thứ nhất liền kề với chỉ số nhóm thứ hai, nhóm thứ nhất trong số các chùm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ nhất, và nhóm thứ hai trong số các chùm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ hai. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chùm mà liền kề với nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ nhất trong số các chùm liền kề với chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ hai trong số các chùm và mỗi trong số chỉ số chùm còn lại của nhóm thứ nhất trong số các chùm bằng một chỉ số tương ứng trong số chỉ số chùm còn lại của nhóm thứ hai trong số các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số nhóm thứ nhất mà liền kề với chỉ số nhóm thứ hai tương ứng với chỉ số nhóm thứ nhất nằm ngay trước hoặc ngay sau chỉ số nhóm thứ hai. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ nhất trong số các chùm liền kề với chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ nhất trong số các chùm có chỉ số lớn hơn hoặc nhỏ hơn một trong số chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ hai trong số các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chùm mà lớn hơn nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số nhóm thứ nhất mà lớn hơn chỉ số nhóm thứ hai, nhóm thứ nhất trong số các chùm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm

thứ nhất, và nhóm thứ hai trong số các chùm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ hai. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ hai trong số các chùm mà lớn hơn nhóm thứ nhất trong số các chùm tương ứng với sự thể hiện dạng N-ary của chỉ số nhóm thứ hai có M chỉ số chùm mà lớn hơn sự thể hiện dạng N-ary của chỉ số nhóm thứ nhất, sự thể hiện dạng N-ary bằng $x_1 \times N^{(M-1)} + x_{(2)} \times N^{(M-2)} + \dots + x_{(M-1)} \times N^{(1)} + x_{(M)} \times N^{(0)}$, và x_y là chỉ số chùm tương ứng với chỉ số chùm thứ y . Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chùm và nhóm thứ hai trong số các chùm là một nhóm trong số nhóm các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chùm nhỏ hơn nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số nhóm thứ hai mà lớn hơn chỉ số nhóm thứ nhất, nhóm thứ nhất trong số các chùm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ nhất, và nhóm thứ hai trong số các chùm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ hai. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ hai trong số các chùm nhỏ hơn nhóm thứ nhất trong số các chùm tương ứng với sự thể hiện dạng N-ary của chỉ số nhóm thứ hai có M chỉ số chùm nhỏ hơn sự thể hiện dạng N-ary của chỉ số nhóm thứ nhất, sự thể hiện dạng N-ary bằng $x_1 \times N^{(M-1)} + x_{(2)} \times N^{(M-2)} + \dots + x_{(M-1)} \times N^{(1)} + x_{(M)} \times N^{(0)}$ và x_y là chỉ số chùm tương ứng với chỉ số chùm thứ y . Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chùm và nhóm thứ hai trong số các chùm là một nhóm trong số nhóm các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước truyền, bởi UE, chỉ số thao tác quay tới trạm gốc, chỉ số thao tác quay mà nhận dạng góc được lựa chọn của thao tác quay của không gian kênh bao gồm tập hợp của các chùm trong nhóm của các chùm. Trong phương án này, phương pháp còn bao gồm bước truyền, bởi UE, chỉ số chất lượng kênh (CQI) tương ứng với sự kết hợp có trọng số được lựa chọn của các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề

cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước tính toán, bởi UE, sự ước tính kênh của kênh đường xuống tương ứng với tín hiệu tham chiếu (RS), sự kết hợp của các chùm được lựa chọn tương ứng với sự ước tính kênh; lựa chọn, bởi UE, chỉ số thao tác quay tương ứng với sự ước tính kênh; và truyền, bởi UE, chỉ số thao tác quay được lựa chọn tới trạm gốc.

Theo phương án khác nữa, phương pháp thu thông tin trạng thái kênh được đề xuất mà bao gồm bước thu, bởi nút truy cập, chỉ số nhóm thứ nhất từ thiết bị người dùng (UE), chỉ số nhóm thứ nhất mà nhận dạng duy nhất nhóm thứ nhất trong số các chùm được lựa chọn từ bảng mã của các chùm, số lượng thứ nhất của các bit thể hiện nhóm thứ nhất trong số các chùm bằng $\text{ceiling}(\log_2(\binom{N}{M}))$, N là số lượng của các từ mã trong bảng mã của các chùm và M là số lượng của các chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm; và ánh xạ, bởi nút truy cập, chỉ số nhóm thứ nhất thu được tới nhóm thứ nhất trong số các chùm được lựa chọn từ bảng mã của các chùm, nhóm thứ nhất trong số các chùm có chuỗi được xác định trước. Trong một ví dụ, mỗi chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm được thể hiện bởi vectơ hoặc ma trận. Một cách tùy chọn, theo ví dụ này, hoặc trong ví dụ khác, mỗi chùm trong bảng mã của các chùm được thể hiện bởi vectơ hoặc ma trận. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, số lượng thứ nhất của các bit là số lượng của các bit trước mã hóa tiềm năng. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số nhóm được xác định bởi $C1 + l$, mà ở đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, $C1$ là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số nhóm được xác định bởi $C2 - 1$, mà ở đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, $C2$ là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chuỗi được xác định trước được định rõ trong văn bản tiêu chuẩn. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước thu, bởi UE, chuỗi được xác định trước trong tin nhắn báo hiệu. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi tăng dần của các chỉ số chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi giảm dần của các chỉ số chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chùm liền kề với nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số nhóm thứ nhất liền kề với chỉ số nhóm thứ hai, nhóm thứ nhất trong số các chùm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ nhất, và nhóm thứ hai trong số các chùm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ hai. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chùm mà liền kề với nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ nhất trong số các chùm liền kề với chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ hai trong số các chùm và mỗi trong số chỉ số chùm còn lại của nhóm thứ nhất trong số các chùm bằng một chỉ số tương ứng trong số chỉ số chùm còn lại của nhóm thứ hai trong số các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số nhóm thứ nhất mà liền kề với chỉ số nhóm thứ hai tương ứng với chỉ số nhóm thứ nhất nằm ngay trước hoặc ngay sau chỉ số nhóm thứ hai. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ nhất trong số các chùm liền kề với chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ nhất trong số các chùm có chỉ số lớn hơn hoặc nhỏ hơn một trong số chỉ số chùm cuối cùng của nhóm thứ hai trong số các chùm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên

đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chòm mà lớn hơn nhóm thứ hai trong số các chòm tương ứng với chỉ số nhóm thứ nhất mà lớn hơn chỉ số nhóm thứ hai, nhóm thứ nhất trong số các chòm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ nhất, và nhóm thứ hai trong số các chòm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ hai. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ hai trong số các chòm mà lớn hơn nhóm thứ nhất trong số các chòm tương ứng với sự thể hiện dạng N-ary của chỉ số nhóm thứ hai có M chỉ số chòm mà lớn hơn sự thể hiện dạng N-ary của chỉ số nhóm thứ nhất, sự thể hiện dạng N-ary bằng $x_1 \times N^{(M-1)} + x_{(2)} \times N^{(M-2)} + \dots + x_{(M-1)} \times N^{(1)} + x_{(M)} \times N^{(0)}$; và x_y là chỉ số chòm tương ứng với chỉ số chòm thứ y . Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chòm và nhóm thứ hai trong số các chòm là một nhóm trong số nhóm các chòm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chòm nhỏ hơn nhóm thứ hai trong số các chòm tương ứng với chỉ số nhóm thứ hai mà lớn hơn chỉ số nhóm thứ nhất, nhóm thứ nhất trong số các chòm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ nhất, và nhóm thứ hai trong số các chòm mà được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ hai. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ hai trong số các chòm nhỏ hơn nhóm thứ nhất trong số các chòm tương ứng với sự thể hiện dạng N-ary của chỉ số nhóm thứ hai có M chỉ số chòm nhỏ hơn sự thể hiện dạng N-ary của chỉ số nhóm thứ nhất, sự thể hiện dạng N-ary bằng $x_1 \times N^{(M-1)} + x_{(2)} \times N^{(M-2)} + \dots + x_{(M-1)} \times N^{(1)} + x_{(M)} \times N^{(0)}$; và x_y là chỉ số chòm tương ứng với chỉ số chòm thứ y . Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, nhóm thứ nhất trong số các chòm và nhóm thứ hai trong số các chòm là một nhóm trong số nhóm các chòm. Một cách tùy chọn, trong một ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ được đề cập trên đây, hoặc trong ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước thu, bởi nút truy cập, chỉ số thao tác quay từ UE, chỉ số thao tác quay mà nhận dạng góc được lựa chọn của thao tác quay của tập hợp của các chòm trong bảng mã của các chòm; và thu, bởi

nút truy cập, chỉ số chất lượng kênh (CQI) tương ứng với nhóm thứ nhất trong số các chùm.

Tương ứng với ví dụ thứ nhất phương án của sáng chế, phương pháp lựa chọn không gian con được đề xuất. Phương pháp bao gồm lựa chọn, bởi thiết bị người dùng (UE) từ số lượng của N chùm khác nhau mà tạo ra cơ sở cho không gian kênh, sự kết hợp thứ nhất của các chùm mà tạo ra cơ sở cho không gian con của không gian kênh. Phương pháp cũng bao gồm bước truyền, bởi UE tới trạm gốc, ký hiệu mô tả của sự kết hợp thứ nhất. Ký hiệu mô tả bao gồm một trong số chỉ số kết hợp tuyến tính hoặc ánh xạ bit. Ánh xạ bit sẽ bao gồm N bit mà mỗi bit tương ứng với các chùm khác nhau của N chùm, mà ở đó N là số nguyên lớn hơn một.

Tương ứng với phương án ví dụ thứ hai của sáng chế, thiết bị người dùng được đề xuất. Thiết bị người dùng bao gồm bộ xử lý và phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình được thực thi bởi bộ xử lý. Chương trình bao gồm các lệnh để lựa chọn, từ số lượng của N chùm khác nhau mà tạo ra cơ sở cho không gian kênh, sự kết hợp thứ nhất của các chùm mà tạo ra cơ sở cho không gian con của không gian kênh. Chương trình cũng bao gồm các lệnh để truyền, tới trạm gốc, ký hiệu mô tả của sự kết hợp thứ nhất. Ký hiệu mô tả bao gồm một trong số chỉ số kết hợp tuyến tính hoặc ánh xạ bit. Ánh xạ bit sẽ bao gồm N bit mà mỗi bit tương ứng với các chùm khác nhau của N chùm, mà ở đó N là số nguyên lớn hơn một.

Tương ứng với ví dụ thứ ba phương án của sáng chế, trạm gốc được đề xuất. Trạm gốc bao gồm bộ xử lý và phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình được thực thi bởi bộ xử lý. Chương trình bao gồm các lệnh để truyền tín hiệu tham chiếu tới thiết bị người dùng (UE) trên kênh truyền thông tương ứng với không gian kênh được tạo ra bởi cơ sở bao gồm N chùm khác nhau. Chương trình cũng bao gồm các lệnh để thu, từ UE, ký hiệu mô tả của sự kết hợp thứ nhất của các chùm mà tạo ra cơ sở cho không gian con của không gian kênh. Ký hiệu mô tả bao gồm một trong số chỉ số kết hợp tuyến tính hoặc ánh xạ bit.

Ánh xạ bit sẽ bao gồm N bit mà mỗi bit tương ứng với các chùm khác nhau của N chùm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu sáng chế, và các ưu điểm của nó đầy đủ hơn, các phần sau đây được mô tả có dựa trên các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ của phương án mạng truyền thông không dây;

Fig.2 là lưu đồ của phương pháp của phương án để thao tác thiết bị người dùng (UE) và truyền chỉ số kết hợp tuyến tính;

Fig.3 là lưu đồ của phương pháp của phương án để thao tác trạm gốc và thu chỉ số kết hợp tuyến tính;

Fig.4 là lưu đồ của phương pháp của phương án để thao tác UE và truyền phản hồi CSI;

Fig.5 là lưu đồ của phương pháp của phương án để thao tác trạm gốc và thu phản hồi CSI;

Fig.6 là sơ đồ của phương án bó băng tần con dùng cho sự gán trọng số kênh;

Fig.7 là lưu đồ của phương pháp phương án khác để thao tác trạm gốc và thu phản hồi CSI;

Fig.8 là sơ đồ của hệ thống xử lý theo phương án sáng chế; và

Fig.9 là sơ đồ của bộ thu phát theo phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất nhiều mô hình sáng tạo ứng dụng được mà có thể được sử dụng trong nhiều ngữ cảnh cụ thể. Phương án cụ thể được bàn luận chỉ để minh họa các cấu hình cụ thể và không giới hạn phạm vi của sáng chế. Ví dụ, mặc dù sáng chế sẽ mô tả phương án theo ngữ cảnh cụ thể của kênh đường xuống từ trạm gốc tới thiết bị người dùng (UE), phương án đều ứng dụng được trong đường lên từ UE nhiều anten tới trạm gốc hoặc trong liên kết truyền thông qua không khí khác bất kỳ mà bắt nguồn từ thiết bị có nhiều anten. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “hướng chùm” là mẫu anten vô tuyến, hoặc tập hợp của các trọng số tạo chùm, mà được sử dụng cho sự truyền và/hoặc thu tín hiệu có hướng. Các thuật

ngữ “các hướng chùm” và “các chùm” được sử dụng một cách có thể thay thế cho nhau ở đây.

Như được đề cập trên đây, bước thực hiện sự tạo chùm tại cả UE và trạm gốc có thể làm tăng độ phức tạp của các kỹ thuật quản lý chùm, chẳng hạn như quét chùm và/hoặc theo dõi chùm. Quét chùm thường được thực hiện trong khi, hoặc chỉ trước khi, thiết lập liên kết để nhận dạng cặp nào của các hướng chùm cần được sử dụng cho sự truyền/thu dữ liệu ban đầu. Các sơ đồ quét chùm thông thường thông thường yêu cầu UE để chọn tập hợp con của các chùm dựa trên các tín hiệu tham chiếu thu được từ trạm gốc, và để phản hồi sau đó danh sách tương ứng của các chỉ số chùm tới trạm gốc. Tập hợp con của các chùm được lựa chọn sau đó có thể được sử dụng để lập lịch các sự truyền tín hiệu tham chiếu âm thanh (SRS - sounding reference signal), mà có thể được đánh giá để phát triển sự ước tính tốt hơn của kênh để chọn cặp thích hợp của các chùm TX và RX để truyền dữ liệu ban đầu.

Phương án của sáng chế làm giảm phí tổn báo hiệu được kết hợp với quét chùm bằng cách phản hồi chỉ số kết hợp tuyến tính mà nhận dạng tập hợp con của các chùm được lựa chọn, không phải là danh sách các chỉ số mà nhận dạng các chùm riêng lẻ trong tập hợp con. Do chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng “sự kết hợp” được lựa chọn của các chùm, số lượng của các bit được sử dụng để thể hiện chỉ số kết hợp tuyến tính thường nhỏ hơn số lượng của các bit được yêu cầu để truyền thông danh sách tương ứng của chỉ số chùm riêng lẻ, nhờ đó làm giảm phí tổn báo hiệu. Trong một số phương án, chỉ số kết hợp tuyến tính thuộc về tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước, với mỗi chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước trong tập hợp mà nhận dạng sự kết hợp khác của các chùm khả dụng.

Theo phương án, UE thu tín hiệu tham chiếu (RS) từ trạm gốc trong kênh đường xuống và tính toán sự ước tính kênh tương ứng với RS. UE lựa chọn sự kết hợp của các chùm từ tập hợp của các chùm khả dụng tương ứng với sự ước tính kênh được tính toán. UE truyền chỉ số kết hợp tuyến tính tới trạm gốc mà nhận dạng sự kết hợp được lựa chọn của các chùm. Trong phương án, UE truyền

chỉ số chất lượng kênh (CQI) tương ứng với sự kết hợp được lựa chọn của các chùm tới trạm gốc. Trong phương án này, UE lựa chọn thao tác quay góc của không gian kênh được quay bao gồm tập hợp của các chùm khả dụng. UE sau đó truyền chỉ số thao tác quay mà nhận dạng không gian kênh được quay tới trạm gốc. UE lựa chọn thao tác quay góc tương ứng với sự ước tính kênh.

Trong phương án, trạm gốc truyền RS tới UE trong kênh đường xuống. Trong phương án này, trạm gốc thu chỉ số kết hợp tuyến tính từ UE, ví dụ làm phản hồi CSI. Chỉ số kết hợp tuyến tính được sử dụng bởi trạm gốc để nhận dạng sự kết hợp của các chùm được lựa chọn bởi UE từ tập hợp của các chùm khả dụng. Sự kết hợp của các chùm mà đã được nhận dạng mà được sử dụng bởi trạm gốc để truyền thông với UE. Trong một phương án, chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp được lựa chọn của các chùm mà không có chỉ báo rõ ràng hoặc nhận dạng các chùm riêng lẻ dưới dạng kết hợp được lựa chọn của các chùm. Trong ví dụ khác, chỉ số kết hợp tuyến tính thuộc về tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước. Trong ví dụ này, mỗi chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước trong tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước nhận dạng sự kết hợp khác của các chùm trong tập hợp của các chùm khả dụng. Trong ví dụ khác nữa, RS được truyền trên các chùm khác nhau trong tập hợp của các chùm trong kênh đường xuống. Trong phương án khác nữa, trạm gốc thu chỉ số thao tác quay từ UE. Trong phương án này, chỉ số thao tác quay nhận dạng thao tác quay góc của không gian kênh được quay bao gồm tập hợp của các chùm khả dụng được lựa chọn bởi UE. Trong phương án, trạm gốc thu CQI tương ứng với sự kết hợp được lựa chọn của các chùm từ UE. Trong một số phương án, mỗi chùm trong chỉ số kết hợp tuyến tính được thể hiện bởi vectơ. Trong một số phương án khác, mỗi chùm trong chỉ số kết hợp tuyến tính được thể hiện bởi ma trận bit.

Theo phương án sáng chế, UE có thể thu RS được truyền từ 32 cổng của trạm gốc trong kịch bản bảng mã DFT, dẫn đến không gian lấp đầy dựa trên 16 chùm do sự phân cực. Sau đó, UE có thể phản hồi chỉ số chùm cho mỗi chùm trong số 4 chùm được lựa chọn, mà ở đó mỗi chỉ số trong số các chỉ số chùm này

phải bao gồm ít nhất 4 bit do có tổng số 16 chòm. Tổng số bit được yêu cầu để phản hồi ký hiệu mô tả không gian con sẽ là $4 \times 4 = 16$ bit. Nếu hệ thống này được thiết kế cho phản hồi không lớn hơn 16-bit của ký hiệu mô tả không gian con, sau đó không lớn hơn 4 chòm có thể còn được lựa chọn bởi UE khi sử dụng sơ đồ phản hồi chỉ số chòm đơn lẻ. Như một sự lựa chọn, nếu ánh xạ bit 16-bit được sử dụng làm ký hiệu mô tả không gian con, UE có thể thay đổi số lượng của các chòm được lựa chọn từ 1 đến 16 dựa trên các điều kiện cục bộ mà không yêu cầu báo hiệu bổ sung.

Một cách có lợi, chỉ số kết hợp tuyến tính được sử dụng làm ký hiệu mô tả không gian con có thể làm giảm phí tổn liên quan đến phản hồi tất cả chỉ số chòm được lựa chọn. Như một ví dụ, khi UE chọn 4 chòm trong số không gian kênh được thể hiện đầy đủ bởi 16 chòm, sau đó $\binom{16}{4} = \frac{16!}{4!(16-4)!} = 1820$ sự kết hợp khác nhau là khả dụng. Do đó, chỉ số kết hợp tuyến tính có thể được thể hiện bởi một số bit bằng $\lceil \log_2 1820 \rceil = 11$ bit. Do đó, chỉ số kết hợp tuyến tính có thể làm giảm phí tổn liên quan đến phản hồi tất cả 4 chỉ số chòm được lựa chọn, mà đã được bàn luận trên đây sẽ yêu cầu ít nhất 16 bit.

Số lượng của các bit thể hiện mỗi nhóm của các chòm trong chỉ số kết hợp tuyến tính của chòm có thể được tính toán sử dụng phương trình: $\lceil \log_2 \binom{N}{M} \rceil$. Trong phương trình này, số nguyên nhỏ nhất của thuật toán (cơ số 2) của hệ số nhị thức $\binom{N}{M}$ thể hiện số lượng của các bit của nhóm. Hệ số nhị thức $\binom{N}{M}$ có thể được tính toán sử dụng công thức:

$$\left(\frac{N!}{M!(N-M)!} \right)$$

Theo phương án này, N thể hiện số lượng của các từ mã trong bảng mã của các chòm và M là số lượng của các chòm trong nhóm của các chòm.

Fig.1 minh họa mạng 100 dùng cho dữ liệu truyền thông. Mạng 100 bao gồm trạm gốc 110 có vùng bao phủ 101, các UE 115, và mạng backhaul 130. Như được thể hiện, trạm gốc 110 thiết lập đường lên (đường nét đứt) và/hoặc đường xuống (đường chấm) kết nối với các UE 115, mà có vai trò mang dữ liệu từ các UE 115 tới trạm gốc 110 và ngược lại. Dữ liệu được mang trên kết nối đường

lên/đường xuống có thể bao gồm dữ liệu được truyền thông giữa các UE 115, cũng như dữ liệu được truyền thông tới/từ đầu cuối từ xa (không được thể hiện) bởi mạng backhaul 130. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “trạm gốc” là thành phần bất kỳ (hoặc tập hợp của các thành phần) được tạo cấu hình để cung cấp truy cập không dây tới mạng, chẳng hạn như trạm gốc được nâng cao (eNB), ô macro, ô femto, điểm truy cập Wi-Fi (AP), hoặc các thiết bị cho phép kết nối không dây khác. Các trạm gốc có thể cung cấp truy cập không dây theo một hoặc nhiều giao thức truyền thông không dây, ví dụ, tiến hoá dài hạn (LTE), LTE cải tiến (LTE-A), truy cập gói tốc độ cao (HSPA), Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac, v.v.. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “UE” là thành phần bất kỳ (hoặc tập hợp của các thành phần) có khả năng thiết lập sự kết nối không dây với trạm gốc, chẳng hạn như thiết bị di động, trạm (STA - station) di động, và các thiết bị cho phép kết nối không dây khác. Trong một số phương án, mạng 100 có thể bao gồm các thiết bị không dây khác, chẳng hạn như các bộ chuyển tiếp, các nút công suất thấp, v.v..

Fig.2 là lưu đồ của phương pháp của phương án 200 để thu RS và truyền nhóm được lựa chọn của các chùm tới trạm gốc, như có thể được thực hiện bởi UE. Tại bước 202, UE thu RS từ trạm gốc trong kênh đường xuống. Trong một phương án, RS có thể thu được bởi UE trên thu các chùm từ trạm gốc. Theo phương án khác, RS có thể thu được mà không có sự tạo chùm, chẳng hạn như trong tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS, channel state information-reference signal) không được tiền mã hoá của mạng LTE. Trong phương án khác nữa, RS có thể được tạo chùm trong kênh đường xuống, nhưng UE có thể thu RS mà không có sự tạo chùm, chẳng hạn như trong hệ thống đa đầu vào, đa đầu ra (MIMO - multiple input, multiple output) loại B của mạng LTE (Long Term Evolution, tiến hóa dài hạn).

Tại bước 204, UE tính toán sự ước tính kênh của kênh đường xuống tương ứng với RS. Tại bước 206, trong không gian con của không gian kênh giữa UE và trạm gốc, mà ở đó không gian kênh có cơ sở được tạo ra bởi tập hợp của các chùm khả dụng, UE lựa chọn sự kết hợp của các chùm mà tạo ra cơ sở cho không gian con. Sự kết hợp của các chùm được lựa chọn bởi UE tương ứng với

sự ước tính kênh được tính toán tại bước 204. Tại bước 208, UE xác định từ tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước, chỉ số kết hợp tuyến tính mà nhận dạng sự kết hợp được lựa chọn của các chùm. Trong tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước, mỗi chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước nhận dạng sự kết hợp khác của các chùm của tập hợp của các chùm khả dụng. Chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng sự kết hợp được lựa chọn của các chùm mà không có sự nhận dạng, hoặc chỉ báo rõ ràng mỗi chùm riêng rẽ dưới dạng kết hợp được lựa chọn của các chùm. Tại bước 210, UE truyền chỉ số kết hợp tuyến tính tới trạm gốc.

Fig.3 là lưu đồ của phương pháp của phương án 300 để truyền RS và thu nhóm được lựa chọn của các chùm từ UE, như có thể được thực hiện bởi trạm gốc. Tại bước 302, trạm gốc truyền RS tới UE trong kênh đường xuống. Như được trình bày trước đó, so với Fig.2, Trong một số phương án, RS có thể được truyền trên các chùm; và trong phương án khác, RS có thể được truyền tới UE mà không có sự tạo chùm. Tại bước 304, trạm gốc thu chỉ số kết hợp tuyến tính từ UE tương ứng với được truyền RS. Tại bước 306, trạm gốc nhận dạng nhóm của các chùm trong không gian kênh mà tạo ra cơ sở cho không gian con mà UE đã được lựa chọn. Tại bước 308, trạm gốc có thể sử dụng cùng tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước để nhận dạng nhóm của các chùm. Trạm gốc sau đó sử dụng nhóm này trong số các chùm để truyền thông với UE.

Fig.4 là lưu đồ của phương pháp của phương án 400 để thu RS và truyền nhóm được lựa chọn của các chùm tới trạm gốc làm phản hồi CSI, như có thể được thực hiện bởi UE. Tại bước 402, UE thu RS từ trạm gốc trong kênh đường xuống. Như được trình bày trước đó, so với Fig.2, Trong một số phương án, RS có thể thu được trên các chùm; và trong phương án khác, RS có thể thu được mà không có sự tạo chùm.

Tại bước 404, UE tính toán sự ước tính kênh của kênh đường xuống tương ứng với RS. Trong một số phương án, UE có thể cũng thực hiện sự ước tính kênh trên không gian kênh mà các mẫu UE có, ví dụ, cơ sở trực giao của N chùm

khác nhau. Trong phương án, mẫu không gian kênh này có thể cũng được quay P lần khi tính toán sự ước tính kênh.

Theo phương án, mô hình không gian kênh có thể được quay P lần để hỗ trợ P lần tăng tần số lấy mẫu trong miền không gian. Thao tác quay được sử dụng để căn chỉnh tốt hơn mô hình không gian kênh với tuyến kênh tối ưu. Bảng mã được sử dụng cho sự ước tính kênh này có thể là, ví dụ, bảng mã dựa trên biến đổi Fourier rời rạc (DFT - Discrete Fourier Transform) chẳng hạn như bảng mã dựa trên DFT được sử dụng bởi phiên bản LTE 13.

Trong các trường hợp MIMO cỡ lớn, mà ở đó số lượng lớn của các trạm gốc và các UE sử dụng kỹ thuật MIMO, thống kê kênh chẳng hạn như tương quan kênh hoặc ma trận hiệp phương sai kênh (CCM - channel covariance matrix) được sử dụng đặc trưng để xác định thông tin trạng thái kênh (CSI). CCM có thể được sử dụng để ước tính các kênh nhiều chiều và/hoặc chuyển đổi các kênh nhiều chiều thành các không gian con ít chiều, mà làm giảm các chiều kênh hiệu dụng. Tại bước 406, UE thu được ma trận hiệp phương sai kênh đường xuống (DCCM - downlink channel covariance matrix) dựa trên mô hình không gian kênh của cơ sở không gian đầy đủ. Tại bước 408, UE lựa chọn một hoặc nhiều vector đặc trưng của ma trận hiệp phương sai. Tại bước 410, trong không gian con của không gian kênh, mà ở đó không gian kênh có cơ sở được tạo ra bởi tập hợp của các chùm khả dụng, UE lựa chọn không gian con. Sự kết hợp của các chùm được lựa chọn bởi UE theo ít nhất vector đặc trưng chính của ma trận hiệp phương sai được xác định trong bước 406. Số lượng tăng lên của vector đặc trưng có thể được sử dụng cho lựa chọn không gian con làm hạng của ma trận hiệp phương sai kênh tăng lên.

Theo phương án với tăng tần số lấy mẫu mà ở đó cơ sở của kênh không gian con có thể có cơ sở không trực giao, UE có thể cũng lựa chọn một góc trong số P góc quay của không gian kênh được quay. Kênh không gian con có dựa trên M chùm khác nhau được lựa chọn từ tổng số N chùm, mà ở đó M nhỏ hơn hoặc bằng N . UE ánh xạ (các) vector đặc trưng trên không gian con M chùm được lựa chọn để tính toán M trọng số kênh. (Các) trọng số kênh có thể bao gồm cả pha được lượng tử hoá và các hệ số biên độ mà cần được sử dụng bởi trạm gốc để tiên

mã hoá các sự truyền trên băng tần cụ thể. Khi băng tần được phân chia thành băng tần con, các giao thức định trọng số kênh có thể được sử dụng để cung cấp độ chi tiết tăng lên hoặc giảm đi của các trọng số kênh trên các băng tần con khác nhau. Trong giao thức định trọng số kênh lấy làm ví dụ, UE phản hồi các pha và các hệ số biên độ khác nhau đối với mỗi băng tần con tương ứng. Giao thức này có thể dẫn đến chất lượng kênh được nâng cao với phí tổn phản hồi cao. Ví dụ, khi băng tần 20 MHz được phân chia thành 13 băng tần con, và các hệ số pha 3 bit và các hệ số biên độ 3 bit được sử dụng đối với mỗi băng tần con, sau đó $13 \times (3 + 3) = 78$ bit được sử dụng cho trọng số kênh phản hồi.

Ở bước 412, UE xác định từ tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước, chỉ số kết hợp tuyến tính mà nhận dạng không gian con. Trong tập hợp của các chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước, mỗi chỉ số kết hợp tuyến tính được xác định trước nhận dạng không gian con của cơ sở không gian đầy đủ. Chỉ số kết hợp tuyến tính nhận dạng không gian con mà không có sự nhận dạng, hoặc chỉ báo rõ ràng mỗi chùm riêng rẽ trong không gian con. Tại bước 414, UE xác định chỉ số chất lượng kênh (CQI) của không gian con tương ứng với mỗi tập hợp của các trọng số kênh.

Trong phương án tăng tần số lấy mẫu, chỉ số thao tác quay được lựa chọn mà mô tả góc quay được lựa chọn. Tại bước 416, UE xác định chỉ số thao tác quay mà tương ứng với góc quay được lựa chọn của không gian được quay bao gồm cơ sở không gian đầy đủ. Như một ví dụ, chỉ số thao tác quay 3 bit có thể chỉ báo lên đến 8 góc quay khác nhau để hỗ trợ 8 lần tăng tần số lấy mẫu trong miền không gian.

Ở bước 418, UE truyền phản hồi CSI tới trạm gốc bao gồm chỉ số kết hợp tuyến tính, chỉ số chất lượng kênh (CQI), và thao tác quay góc của không gian được quay.

Fig.5 là lưu đồ của phương pháp của phương án 500 để truyền RS và thu phản hồi CSI từ UE, như có thể được thực hiện bởi trạm gốc. Tại bước 502, trạm gốc truyền RS tới UE trong kênh đường xuống. Như được trình bày trước đó, so với Fig.2, trong một số phương án, RS có thể được truyền trên các chùm;

và trong phương án khác, RS có thể được truyền tới UE mà không có sự tạo chùm. Trạm gốc truyền tín hiệu tham chiếu tới UE. Tại bước 504, trạm gốc thu, từ UE, phản hồi CSI. Phản hồi CSI có thể bao gồm chỉ số kết hợp tuyến tính, chỉ số thao tác quay, và các hệ số trọng số và được kết hợp chỉ số chất lượng kênh. Tại bước 506, trạm gốc có thể sử dụng chỉ số kết hợp tuyến tính trong phản hồi CSI để nhận dạng sự kết hợp của các chùm mà tạo ra cơ sở cho không gian con của không gian kênh. Kênh không gian con được lựa chọn từ không gian kênh được nhận dạng bởi UE. Tại bước 508, trạm gốc sử dụng chỉ số chất lượng kênh để nhận dạng chỉ số chất lượng kênh của sự kết hợp được lựa chọn của các chùm được nhận dạng sử dụng chỉ số kết hợp tuyến tính. Tại bước 510, trạm gốc có thể sử dụng chỉ số thao tác quay để nhận dạng góc quay được lựa chọn trong mô hình không gian kênh được quay để hỗ trợ tăng tần số lấy mẫu trong miền không gian. Trạm gốc sử dụng thông tin từ phản hồi CSI và ít nhất một của kênh không gian con, góc quay, các hệ số trọng số và chỉ số chất lượng kênh để truyền thông với UE.

Trong một số phương án, ký hiệu mô tả của sự kết hợp được lựa chọn của các chùm có thể là ánh xạ N bit. Trong ánh xạ bit này, mỗi bit tương ứng với sự lựa chọn của chùm; nếu phần tử bit cụ thể trong ánh xạ bit được thiết đặt tới một, trị số này chỉ báo rằng chùm tương ứng được lựa chọn, trong khi bit được gán trị số không chỉ báo rằng chùm tương ứng không được lựa chọn. Trong phương án khác, logic ngược với logic này có thể được sử dụng.

Liên quan đến phản hồi các chỉ số riêng rẽ của tất cả các chùm được lựa chọn, ánh xạ bit được sử dụng làm ký hiệu mô tả không gian con có thể làm tăng độ linh hoạt hệ thống bằng cách cho phép số lượng của các chùm được lựa chọn để thay đổi. Sự cho phép số lượng của các chùm được lựa chọn để thay đổi có thể đạt được sự cân bằng phí tổn thực hiện tốt hơn. Trong một số kịch bản triển khai. Ví dụ, dưới các điều kiện của đường nhìn thấy, UE sẽ chỉ cần phản hồi một tuyến được lựa chọn từ trạm gốc tới UE. Trong các sự triển khai khác, tuy nhiên, nhóm tuyến bao phủ sự trải góc rộng hơn có thể được yêu cầu để thể hiện hiệu quả kênh truyền thông. Để bao phủ sự trải góc rộng hơn, một số các chùm có thể cần được lựa chọn làm cơ sở cho kênh không gian con. Nếu các chỉ số của tất cả các chùm

được lựa chọn được phản hồi, tuy nhiên, số lượng của phản hồi các bit được yêu cầu tăng lên khi số lượng của các chùm được lựa chọn tăng lên.

Fig.6 minh họa phương án của băng tần 600 mà được phân chia thành băng tần con 604 trong đó giao thức định trọng số kênh lấy làm ví dụ được mô tả trước đó được điều chỉnh để cho phép để bó băng tần con. Băng tần con 604 trong dải tần cụ thể có thể được nhóm cùng nhau thành các bó mà có thể khác nhau về độ rộng băng tần. UE có thể sau đó tính toán pha và các hệ số biên độ khác nhau đối với mỗi bó 604. Trong phương án trên Fig.6, dải tần 602 có thể có độ rộng, ví dụ, 20 MHz. Dải tần 602 này được phân chia thành 13 băng tần con 604 mà được gắn nhãn từ S1 đến S13. S1 và S2 được nhóm cùng nhau làm bó băng tần con thứ nhất 606, S3 đến S12 được nhóm cùng nhau làm bó băng tần con thứ hai 608, và S13 là bó băng tần con thứ ba 610. Phản hồi CSI có thể sau đó bao gồm 3 bit biên độ và 3 bit pha đối với mỗi bó trong số ba bó này, tạo ra $(3 + 3) \times 3 = 18$ bit trọng số kênh. Trong phương án, trạm gốc có thể điều khiển bó băng tần con dựa trên các điều kiện kênh để tạo ra sự cân bằng hiệu suất-phiên bản. Ví dụ, trạm gốc có thể bó băng tần con tại độ chi tiết đủ để tạo ra số lượng nhỏ nhất của các bit phản hồi để đạt được mức hiệu suất định trước.

Fig.7 là lưu đồ của phương pháp của phương án 700 để truyền RS và ký hiệu mô tả của bó băng tần con tới UE và thu phản hồi CSI, như có thể được thực hiện bởi trạm gốc. Tại bước 702, trạm gốc lựa chọn bó băng tần con trong băng tần mà được phân chia thành băng tần con dựa trên điều kiện kênh. Mỗi băng tần con có thể được bó làm một phần của băng tần con bó, như được mô tả trước đó so với Fig.6. Tại bước 704, trạm gốc truyền ký hiệu mô tả của bó băng tần con theo RS trong kênh đường xuống tới UE. Trong phương án, RS có thể là CSI-RS không được tiền mã hoá LTE. Theo phương án khác, RS có thể nằm trong mạng LTE MIMO loại B. Trong một số phương án, ký hiệu mô tả bó băng tần con có thể được bao gồm trong sự truyền mà khác với và riêng biệt với tín hiệu tham chiếu. Tại bước 706, trạm gốc thu phản hồi CSI được truyền từ UE. Phản hồi CSI này chỉ báo cả không gian con được lựa chọn bởi UE, và (các) trọng số kênh được tính toán bởi UE tương ứng với bó băng tần con được lựa chọn. Kênh không gian

con được lựa chọn bởi UE có dựa trên M chùm khác nhau được lựa chọn từ tổng số N chùm của toàn bộ không gian kênh, mà ở đó M nhỏ hơn hoặc bằng với N . Trong phương án mà ở đó tần số lấy mẫu tăng theo không gian được sử dụng bởi UE, phản hồi CSI có thể cũng bao gồm chỉ số thao tác quay mà mô tả P góc quay đã được lựa chọn. Ký hiệu mô tả của được lựa chọn không gian con mà được bao gồm trong CSI có thể là hoặc ánh xạ N bit hoặc chỉ số kết hợp tuyến tính.

Ở bước 708, trạm gốc nhận dạng không gian con của kênh được lựa chọn sử dụng phản hồi CSI. Trạm gốc có thể sử dụng chỉ số kết hợp tuyến tính trong phản hồi CSI để nhận dạng sự kết hợp của các chùm mà tạo ra cơ sở cho không gian con của không gian kênh. Kênh không gian con được lựa chọn từ không gian kênh được nhận dạng bởi UE. Tại bước 710, trạm gốc nhận dạng (các) trọng số kênh tương ứng với phản hồi CSI. Ngoài giao thức định trọng số kênh đã được mô tả, giao thức định trọng số kênh khác có thể cũng được sử dụng. Trong giao thức lấy làm ví dụ khác, các hệ số biên độ giống nhau cần được sử dụng trên toàn bộ băng tần nhưng các hệ số pha khác nhau cần được sử dụng trên các băng tần con khác nhau, mà có thể làm giảm chất lượng kênh trong khi tiết kiệm phí tổn. Ví dụ, băng tần 20 MHz có thể có hệ số biên độ 3 bit và có thể được phân chia thành 13 băng tần con mà mỗi băng tần có các hệ số pha 3 bit, tạo ra $(13 \times 3) + 3 = 42$ bit trọng số kênh và tổn hao xấp xỉ 8% hiệu suất liên quan đến việc sử dụng tất cả 78 bit trọng số kênh. Trong giao thức lấy làm ví dụ khác nữa, biên độ vi sai đối với mỗi băng tần con tương ứng có thể được sử dụng kết hợp với biên độ dùng cho toàn bộ dải tần, trong khi các hệ số pha khác nhau vẫn được sử dụng đối với mỗi băng tần con tương ứng. Ví dụ, 2 bit biên độ băng rộng, 1 bit biên độ vi sai trên mỗi băng tần con, và 3 bit pha trên mỗi băng tần con có thể được sử dụng. Trên 13 băng tần con, ví dụ này sẽ dẫn đến phản hồi $13 \times (1 + 3) + 2 = 54$ bit trọng số kênh.

Ở bước 712, trạm gốc truyền dữ liệu được tiền mã hoá tới UE tương ứng với M chùm được lựa chọn và (các) trọng số kênh được nhận dạng.

Theo phương án mà ở đó ký hiệu mô tả của sự kết hợp của các chùm là chỉ số kết hợp tuyến tính, UE lựa chọn số lượng của M chùm từ N tập hợp khả

dụng của các chùm (M nhỏ hơn hoặc bằng với N). Trong phương án này, vector chỉ số M -by-1 x có thể được tạo ra. Vector chỉ số x này bao gồm M phần tử mà mỗi phần tử bao gồm chỉ số tương ứng của một chùm khác trong số M chùm được lựa chọn. N chùm được lưu trữ theo thứ tự nhất định và thứ tự chùm được nhận biết chung tới trạm gốc và UE. Thứ tự chùm của M chùm được lựa chọn trong x tuân theo thứ tự giống nhau. Chức năng tuyến tính sau đó có thể ánh xạ duy nhất tất cả các trị số khả dụng của vector chỉ số x tới đại lượng vô hướng duy nhất l trong \mathbb{R}^1 . Nói cách khác, Chỉ số kết hợp tuyến tính $l = a_0x_0 + a_1x_1 + \dots + a_{M-1}x_{M-1}$, mà ở đó a_0, a_1, \dots, a_{M-1} , là các đại lượng vô hướng có trị số mà tạo ra ánh xạ duy nhất tới \mathbb{R}^1 .

Ví dụ, khi N bằng 16 và M bằng 4, UE có thể tính toán chỉ số kết hợp tuyến tính bằng cách sử dụng phương trình 1 dưới đây:

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{16-n}{3} + \sum_{n=x_0+2}^{x_1} \binom{16-n}{2} + \sum_{n=x_1+2}^{x_2} \binom{16-n}{1} + x_3 - x_2 - 1 \text{ (phương trình 1)}$$

Phổ biến hơn, đối với số lượng bất kỳ của M chùm được lựa chọn từ tổng số N chùm, chỉ số kết hợp tuyến tính có thể được tính toán sử dụng phương trình 2 dưới đây:

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1 \text{ (phương trình 2)}$$

Theo phương án khác, mà ở đó chỉ số báo cáo chùm được định chỉ số là $i_{1,2} = [n_1 \quad n_2]$, $n_1 = [n_1^{(0)}, \dots, n_1^{(L-1)}]$, $n_2 = [n_2^{(0)}, \dots, n_2^{(L-1)}]$ mà ở đó $n_1^{(i)} \in \{0, 1, \dots, N_1 - 1\}$, $n_2^{(i)} \in \{0, 1, \dots, N_2 - 1\}$, sự đánh số tổ hợp có thể được tính toán sử dụng phương trình 3 dưới đây:

$$i_{1,2} = \sum_{i=0}^{L-1} \binom{N_1N_2 - 1 - n^{(i)}}{L - i} \text{ (phương trình 3)}$$

Các chỉ số $i_{1,2}$ được báo cáo sử dụng bảng hệ số tổ hợp mà ở đó đối với L và (N_1, N_2) đã cho, các hàng $0, \dots, N_1N_2 - 1$, và các cột $1, \dots, L$ được sử dụng.

Trong ánh xạ $[n_1, n_2]$ tới $i_{1,2}$, sự phân loại chùm có thể được nhận dạng là $n^{(i)} = N_1n_2^{(i)} + n_1^{(i)}$ (các chỉ số i được gán sao cho $n^{(i)}$ tăng lên khi i tăng lên).

Do đó các chỉ số $i_{1,2} = \sum_{i=0}^{L-1} C(N_1 N_2 - 1 - n^{(i)}, L - i)$, mà ở đó $C(x,y)$ là tập hợp của các hệ số tổ hợp.

Trong ánh xạ $i_{1,2}$ tới $[n_1, n_2]$ ánh xạ, đối với $i = 0, \dots, L - 1, e_i = C(x^*, L - i)$ thu được sử dụng $i_{1,2}$ và Bảng hệ số tổ hợp.

$$n^{(i)} = N_1 N_2 - 1 - x^*$$

$$n_1^{(i)} = n^{(i)} \bmod N_1, n_2^{(i)} = \frac{n^{(i)}}{N_1}$$

Trong khi sự lặp lại trên $i = 0, 1, \dots, L - 1$, mà ở đó $s_1 = 0$, x^* lớn nhất $\in \{L - 1 - i, \dots, N_1 N_2 - 1 - i\}$ s. t. $i_{1,2} - s_{i-1} \geq C(x^*, L - i)$ được sử dụng để tính toán $e_i = C(x^*, L - i)$, $s_i = s_{i-1} + e_i$.

Chú ý rằng phương trình 2 tương ứng với phương trình 3. Giải thiết rằng $N = N_1 N_2$ và $n = n^{(i)}$, phương trình 2 = $C(N, M)$ – phương trình 3.

Chỉ số chòm dưới dạng kết hợp tuyến tính định trước của các chỉ số có thể có chuỗi hoặc thứ tự được xác định trước. Trong phương án, chuỗi được xác định trước của các chòm có thể có thứ tự tăng dần. Trong phương án này, mỗi chòm dưới dạng kết hợp tuyến tính có số tăng dần liên tiếp, với chỉ số chòm thứ nhất nhỏ hơn chỉ số chòm cuối cùng. Trong phương án thay thế, chuỗi được xác định trước của các chòm có thể có thứ tự giảm dần. Theo phương án này, mỗi chòm dưới dạng kết hợp tuyến tính có thứ tự giảm dần liên tiếp, với chỉ số chòm thứ nhất mà lớn hơn chỉ số chòm cuối cùng. Trong phương án, thứ tự liên tiếp có thể được định rõ trong văn bản tiêu chuẩn. Theo phương án khác, chuỗi được xác định trước của sự kết hợp tuyến tính định trước của các chỉ số có thể được báo hiệu, sử dụng tin nhắn báo hiệu, tới UE từ trạm gốc.

Nhóm của các chòm dưới dạng kết hợp tuyến tính của chỉ số có thể được coi là liên kề nhau khi chỉ số nhóm tương ứng liên kề nhau. Nhóm của các chòm có thể cũng được xem là liên kề nhau khi chỉ số chòm cuối cùng của mỗi nhóm của các chòm liên kề nhau và tất cả các chỉ số khác của nhóm được khớp nhau. Theo phương án này, các chỉ số chòm cuối cùng của nhóm liên kề được phân tách bởi một chỉ số.

Theo phương án, chỉ số của mỗi nhóm của các chùm tương quan trực tiếp với nhóm tương ứng của nó của các chùm. Như một ví dụ, nhóm của các chùm có chỉ số lớn hơn nhóm thứ hai trong số các chùm cũng có nhóm lớn hơn của các chùm. Điều ngược lại cũng đúng.

Kích cỡ của nhóm có thể được sử dụng bởi sự thể hiện dạng N-ary của nhóm. Sự thể hiện dạng N-ary là $x_1 \times N^{(M-1)} + x_{(2)} \times N^{(M-2)} + \dots + x_{(M-1)} \times N^{(1)} + x_{(M)} \times N^{(0)}$. Trong phương trình này, x_y thể hiện chỉ số chùm thứ y của nhóm của các chùm có M chỉ số chùm.

Fig.8 minh họa sơ đồ khối của hệ thống xử lý theo phương án 800 để thực hiện các phương pháp được mô tả ở đây, mà có thể được cài đặt trong thiết bị máy chủ. Như được thể hiện, hệ thống xử lý 800 bao gồm bộ xử lý 804, bộ nhớ 806, và giao diện 810-814, mà có thể (hoặc có thể không) được bố trí như được thể hiện trên Fig.8. Bộ xử lý 804 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để thực hiện các sự tính toán và/hoặc các nhiệm vụ xử lý liên quan khác, và bộ nhớ 806 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được làm thích ứng để lưu trữ chương trình và/hoặc các lệnh được thực hiện bởi bộ xử lý 804. Trong phương án, bộ nhớ 806 bao gồm phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính. Giao diện 810, 812, 814 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần mà cho phép hệ thống xử lý 800 để truyền thông với các thiết bị/các thành phần khác và/hoặc người dùng. Ví dụ, một hoặc nhiều của giao diện 810, 812, 814 có thể được làm thích ứng để truyền thông dữ liệu, điều khiển, hoặc quản lý các tin nhắn từ bộ xử lý 804 cho các ứng dụng được cài đặt trên thiết bị máy chủ và/hoặc thiết bị từ xa. Đối với ví dụ khác, một hoặc nhiều giao diện 810, 812, 814 có thể là được làm thích ứng để cho phép người dùng hoặc thiết bị người dùng (ví dụ, máy tính cá nhân (PC – personal computer), v.v..) tương tác/truyền thông với hệ thống xử lý 800. Hệ thống xử lý 800 có thể bao gồm các thành phần bổ sung không được mô tả trên Fig.8, chẳng hạn như bộ lưu trữ dài hạn (ví dụ, bộ nhớ bất biến, v.v..).

Trong một số phương án, hệ thống xử lý 800 được bao gồm trong thiết bị mạng mà đang truy cập, hoặc một phần của, mạng viễn thông. Trong một ví

dụ, hệ thống xử lý 800 là thiết bị phía mạng trong mạng viễn thông có dây hoặc không dây, chẳng hạn như trạm gốc, trạm chuyên tiếp, bộ lập lịch, bộ điều khiển, công, bộ định tuyến, máy chủ ứng dụng, hoặc thiết bị bất kỳ khác trong mạng viễn thông. Trong phương án khác, hệ thống xử lý 800 trong thiết bị phía người dùng mà truy cập mạng viễn thông có dây hoặc không dây, chẳng hạn như trạm di động, thiết bị người dùng (UE), máy tính cá nhân (PC), máy tính bảng, thiết bị truyền thông mang được (ví dụ, đồng hồ thông minh, v.v..), hoặc thiết bị bất kỳ khác được thích ứng để truy cập mạng viễn thông.

Trong một số phương án, một hoặc nhiều của giao diện 810, 812, 814 kết nối hệ thống xử lý 800 tới bộ thu phát được làm thích ứng để truyền và thu báo hiệu trên mạng viễn thông. Fig.9 minh họa sơ đồ khối của bộ thu phát 900 được làm thích ứng để truyền và thu báo hiệu trên mạng viễn thông. Bộ thu phát 900 có thể được cài đặt trong thiết bị máy chủ. Như được thể hiện, bộ thu phát 900 bao gồm giao diện phía mạng 902, bộ ghép nối 904, bộ truyền 906, bộ thu 908, bộ xử lý tín hiệu 910, và giao diện phía thiết bị 912. Giao diện phía mạng 902 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được làm thích ứng để truyền hoặc thu báo hiệu trên mạng viễn thông có dây hoặc không dây. Bộ ghép nối 904 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để tạo thuận lợi cho truyền thông hai hướng trên giao diện phía mạng 902. Bộ truyền 906 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần (ví dụ, bộ chuyển đổi lên, bộ khuếch đại công suất, v.v..) được thích ứng để chuyển đổi tín hiệu băng tần cơ sở thành tín hiệu sóng mang được điều biến thích hợp với sự truyền trên giao diện phía mạng 902. Bộ thu 908 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần (ví dụ, bộ chuyển đổi xuống, bộ khuếch đại nhiễu thấp, v.v..) được thích ứng để chuyển đổi sóng mang tín hiệu thu được trên giao diện phía mạng 902 thành tín hiệu băng tần cơ sở. Bộ xử lý tín hiệu 910 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để chuyển đổi tín hiệu băng tần cơ sở thành dữ liệu tín hiệu thích hợp với truyền thông trên (các) giao diện phía thiết bị 912, hoặc ngược lại. (Các) giao diện phía thiết bị 912 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc

tập hợp của các thành phần được làm thích ứng để truyền thông dữ liệu-tín hiệu giữa bộ xử lý tín hiệu 910 và các thành phần trong thiết bị máy chủ (ví dụ, hệ thống xử lý 800, công mạng vùng cục bộ (LAN), v.v.).

Bộ thu phát 900 có thể truyền và thu báo hiệu trên loại bất kỳ của phương tiện truyền thông. Trong một số phương án, bộ thu phát 900 truyền và thu báo hiệu trên phương tiện không dây. Ví dụ, bộ thu phát 900 có thể là bộ thu phát không dây được làm thích ứng để truyền thông tương ứng với giao thức viễn thông không dây, chẳng hạn như giao thức tế bào (ví dụ, tiến hoá dài hạn (LTE), v.v.), giao thức mạng vùng cục bộ không dây (WLAN) (ví dụ, Wi-Fi, v.v.), hoặc loại bất kỳ khác của giao thức không dây (ví dụ, Bluetooth, truyền thông trường gần (NFC), v.v.). Trong phương án này, giao diện phía mạng 902 bao gồm một hoặc nhiều phần tử anten/bức xạ. Ví dụ, giao diện phía mạng 902 có thể bao gồm một anten, nhiều anten riêng rẽ, hoặc mảng nhiều anten được tạo cấu hình để truyền thông đa lớp, ví dụ, một đầu vào đa đầu ra (SIMO - single input multiple output), đa đầu vào một đầu ra (MISO - multiple input single output), đa đầu vào đa đầu ra (MIMO), v.v.. Trong phương án khác, bộ thu phát 900 truyền và thu báo hiệu trên phương tiện nối dây, ví dụ, cáp vặn xoắn, cáp đồng trục, cáp quang, v.v.. Các hệ thống xử lý cụ thể và/hoặc bộ thu phát có thể sử dụng tất cả các thành phần được thể hiện, hoặc chỉ tập hợp con của các thành phần, và các mức tích hợp có thể thay đổi theo từng thiết bị.

Cần hiểu rằng một hoặc nhiều bước của phương án các phương pháp được đề xuất ở đây có thể được thực hiện bởi các bộ phận hoặc các môđun tương ứng. Ví dụ, tín hiệu có thể được truyền bởi bộ phận truyền hoặc môđun truyền. Tín hiệu có thể thu được bởi bộ phận thu hoặc môđun thu. Tín hiệu có thể được xử lý bởi bộ phận xử lý hoặc môđun xử lý. Tín hiệu có thể được lựa chọn bởi lựa chọn bộ phận hoặc môđun lưu trữ. Các bộ phận/các môđun tương ứng có thể là phần cứng, phần mềm, hoặc dạng kết hợp của chúng. Ví dụ, một hoặc nhiều bộ phận/môđun có thể là mạch tích hợp, chẳng hạn như các FPGA (Field-programmable gate array – mảng công lập trình được dạng trường) hoặc các ASIC (application-specific integrated circuit, mạch tích hợp chuyên dụng).

Mặc dù phần mô tả đã được mô tả chi tiết, nhưng cần hiểu rằng các thay đổi, thay thế và các cải biến có thể được tạo ra mà không nằm ngoài bản chất và phạm vi của sáng chế như được xác định bởi yêu cầu bảo hộ kèm theo. Ngoài ra, phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở phương án cụ thể được mô tả ở đây, đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ dễ dàng hiểu được từ sáng chế rằng các quy trình, các máy, sự sản xuất, sự kết hợp của đối tượng, phương tiện, các phương pháp, hoặc bước, hiện có hoặc được phát triển sau, có thể thực hiện chức năng về cơ bản giống nhau hoặc về cơ bản đạt được cùng kết quả như phương án tương ứng được mô tả ở đây. Do đó, yêu cầu bảo hộ kèm theo có mục đích bao gồm trong phạm vi của các quy trình, các máy, sự sản xuất, sự kết hợp của đối tượng, các phương tiện, các phương pháp, hoặc bước này.

Phương án minh họa có ưu điểm sử dụng phản hồi CSI trong mạng truyền thông để tạo ra độ phân giải kênh tăng lên đối với sự tiền mã hoá được nâng cao và/hoặc sự lập lịch đa người dùng. Liên quan đến bảng mã phản hồi hoặc chỉ số chùm phản hồi, phương án tạo ra lợi ích làm giảm phí tổn và/hoặc nâng cao độ linh hoạt lựa chọn chùm trong khi vẫn duy trì hiệu suất truyền thông.

Trong khi sáng chế đã được mô tả có dựa trên các phương án minh họa, phần mô tả này không có mục đích giới hạn. Các cải biến và sự kết hợp của các phương án minh họa, cũng như phương án khác của sáng chế, sẽ là hiển nhiên đối với chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật khi tham khảo phần mô tả. Do đó có mục đích là yêu cầu bảo hộ kèm theo bao gồm cải biến hoặc phương án bất kỳ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp gửi thông tin trạng thái kênh, bao gồm các bước:

lựa chọn (206), bởi thiết bị người dùng (UE - user equipment), nhóm thứ nhất trong số các chùm từ bảng mã của các chùm, nhóm thứ nhất trong số các chùm này có chuỗi được xác định trước; và

truyền (210), bởi UE, chỉ số nhóm thứ nhất tới trạm gốc (BS - base station), chỉ số nhóm thứ nhất này nhận dạng duy nhất nhóm thứ nhất trong số các chùm được lựa chọn từ bảng mã của các chùm, số lượng thứ nhất của các bit của các bit thể hiện nhóm thứ nhất trong số các chùm bằng $\text{ceiling}(\log_2(\binom{N}{M}))$, N là số lượng các từ mã trong bảng mã của các chùm và M là số lượng các chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm được thể hiện bởi vector hoặc ma trận.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi chùm trong bảng mã của các chùm được thể hiện bởi vector hoặc ma trận.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó số lượng thứ nhất của các bit là số lượng các bit trước mã hóa tiềm năng.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chỉ số nhóm được xác định bởi $C1 + l$, trong đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, C1 là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chỉ số nhóm được xác định bởi $C2 - l$, trong đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, C2 là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thu, bởi UE, chuỗi được xác định trước trong tin nhắn báo hiệu.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi tăng dần của các chỉ số chùm, hoặc chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi giảm dần của các chỉ số chùm.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhóm thứ nhất trong số các chùm liền kề với nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số nhóm thứ nhất liền kề với chỉ số nhóm thứ hai, nhóm thứ nhất trong số các chùm được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ nhất, và nhóm thứ hai trong số các chùm được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ hai.

10. Phương pháp thu thông tin trạng thái kênh, bao gồm các bước:

thu (706), bởi trạm gốc (BS), chỉ số nhóm thứ nhất từ thiết bị người dùng (UE), chỉ số nhóm thứ nhất nhận dạng duy nhất nhóm thứ nhất trong số các chùm được lựa chọn từ bảng mã của các chùm, số lượng thứ nhất của các bit của các bit thể hiện nhóm thứ nhất trong số các chùm bằng $\text{ceiling}(\log_2(\binom{N}{M}))$, N là số lượng các từ mã trong bảng mã của các chùm và M là số lượng các chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm; và

ánh xạ, bởi BS, chỉ số nhóm thứ nhất thu được tới nhóm thứ nhất trong số các chùm được lựa chọn từ bảng mã của các chùm, nhóm thứ nhất trong số các chùm có chuỗi được xác định trước.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó chỉ số nhóm được xác định bởi $C2 - l$, trong đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, C2 là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi tăng dần của các chỉ số chùm, hoặc chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi giảm dần của các chỉ số chùm.

13. Thiết bị người dùng (UE) bao gồm:

bộ xử lý; và phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình được thực thi bởi bộ xử lý, chương trình này bao gồm các lệnh để:

lựa chọn nhóm thứ nhất trong số các chùm từ bảng mã của các chùm, nhóm thứ nhất trong số các chùm này có chuỗi được xác định trước; và

truyền chỉ số nhóm thứ nhất tới trạm gốc (BS), chỉ số nhóm thứ nhất nhận dạng duy nhất nhóm thứ nhất trong số các chùm được lựa chọn từ bảng mã của các chùm, số lượng thứ nhất của các bit của các bit thể hiện nhóm thứ nhất trong số các chùm bằng $\text{ceiling}(\log_2(\binom{N}{M}))$, N là số lượng các từ mã trong bảng mã của các chùm và M là số lượng các chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm.

14. UE theo điểm 13, trong đó chỉ số nhóm được xác định bởi $C2 - l$, trong đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, C2 là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

15. UE theo điểm 13, trong đó chỉ số nhóm được xác định bởi $C1 + l$, trong đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chùm được báo cáo, C1 là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

16. UE theo điểm 13, trong đó chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi tăng dần của các chỉ số chùm, hoặc chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi giảm dần của các chỉ số chùm.

17. UE theo điểm 13, trong đó mỗi chùm trong nhóm thứ nhất trong số các chùm được thể hiện bởi vector hoặc ma trận.

18. UE theo điểm 13, trong đó mỗi chùm trong bảng mã của các chùm được thể hiện bởi vector hoặc ma trận.

19. UE theo điểm 13, trong đó số lượng thứ nhất của các bit là số lượng các bit trước mã hóa tiềm năng.

20. UE theo điểm 13, trong đó chương trình còn bao gồm các lệnh để:

thu chuỗi được xác định trước trong tin nhắn báo hiệu.

21. UE theo điểm 13, trong đó nhóm thứ nhất trong số các chùm liền kề với nhóm thứ hai trong số các chùm tương ứng với chỉ số nhóm thứ nhất liền kề với chỉ số

nhóm thứ hai, nhóm thứ nhất trong số các chòm được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ nhất, và nhóm thứ hai trong số các chòm được ánh xạ tới chỉ số nhóm thứ hai.

22. Trạm gốc bao gồm:

bộ xử lý; và

phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình được thực thi bởi bộ xử lý, chương trình này bao gồm các lệnh để:

thu chỉ số nhóm thứ nhất từ thiết bị người dùng (UE), chỉ số nhóm thứ nhất nhận dạng duy nhất nhóm thứ nhất trong số các chòm được lựa chọn từ bảng mã của các chòm, số lượng thứ nhất của các bit của các bit thể hiện nhóm thứ nhất trong số các chòm bằng $\text{ceiling}(\log_2(\binom{N}{M}))$, N là số lượng các từ mã trong bảng mã của các chòm và M là số lượng các chòm trong nhóm thứ nhất trong số các chòm; và

ánh xạ chỉ số nhóm thứ nhất thu được tới nhóm thứ nhất trong số các chòm được lựa chọn từ bảng mã của các chòm, nhóm thứ nhất trong số các chòm có chuỗi được xác định trước.

23. Trạm gốc theo điểm 22, trong đó chỉ số nhóm được xác định bởi $C2 - l$, trong đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chòm được báo cáo, C2 là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

24. Trạm gốc theo điểm 22, trong đó chỉ số nhóm được xác định bởi $C1 + l$, trong đó x_0, x_1, \dots, x_{M-1} là M chỉ số chòm được báo cáo, C1 là hằng số bất kỳ, và l bằng

$$l = \sum_{n=1}^{x_0} \binom{N-n}{M-1} + \sum_{i=0}^{M-3} \sum_{n=x_i+2}^{x_{i+1}} \binom{N-n}{M-2-i} + x_{M-1} - x_{M-2} - 1.$$

25. Trạm gốc theo điểm 22, trong đó chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi tăng dần của các chỉ số chòm, hoặc chuỗi được xác định trước là danh sách theo chuỗi giảm dần của các chỉ số chòm.

26. Trạm gốc theo điểm 22, trong đó mỗi chòm trong nhóm thứ nhất trong số các chòm được thể hiện bởi vectơ hoặc ma trận.

27. Trạm gốc theo điểm 22, trong đó mỗi chùm trong bảng mã của các chùm đượ thể hiện bởi vectơ hoặc ma trận.

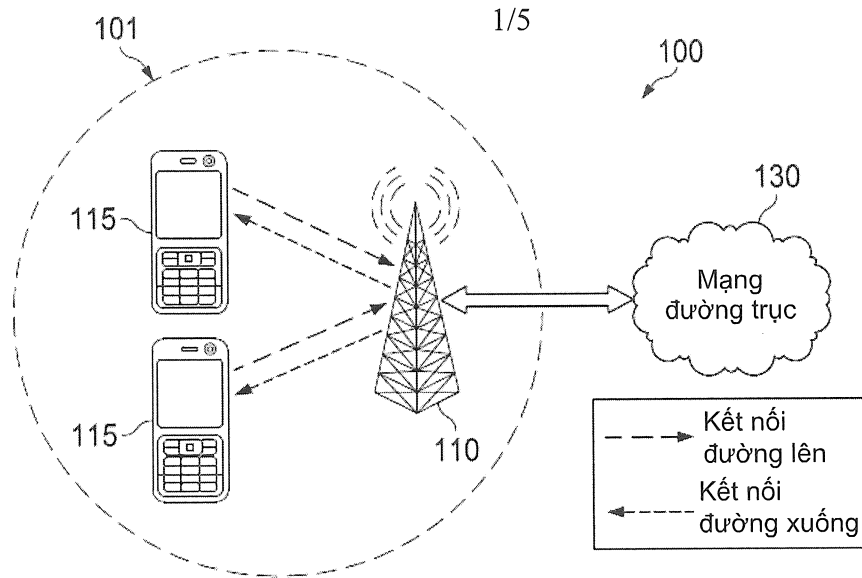


FIG. 1

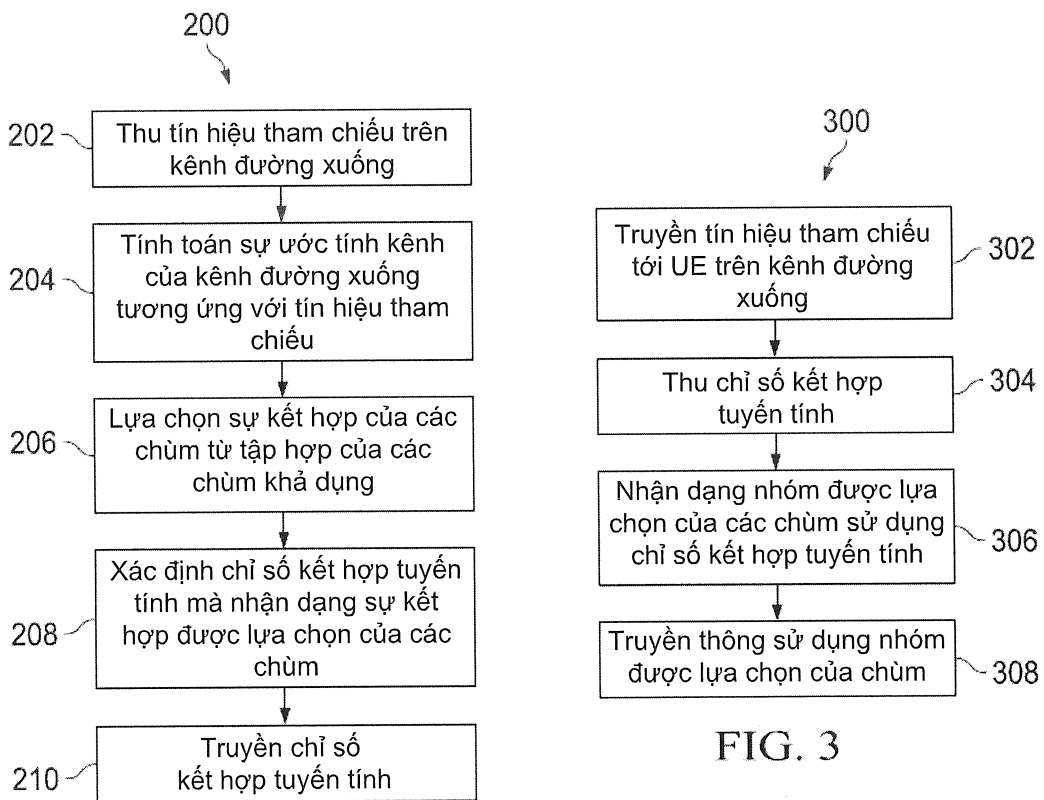


FIG. 2

FIG. 3

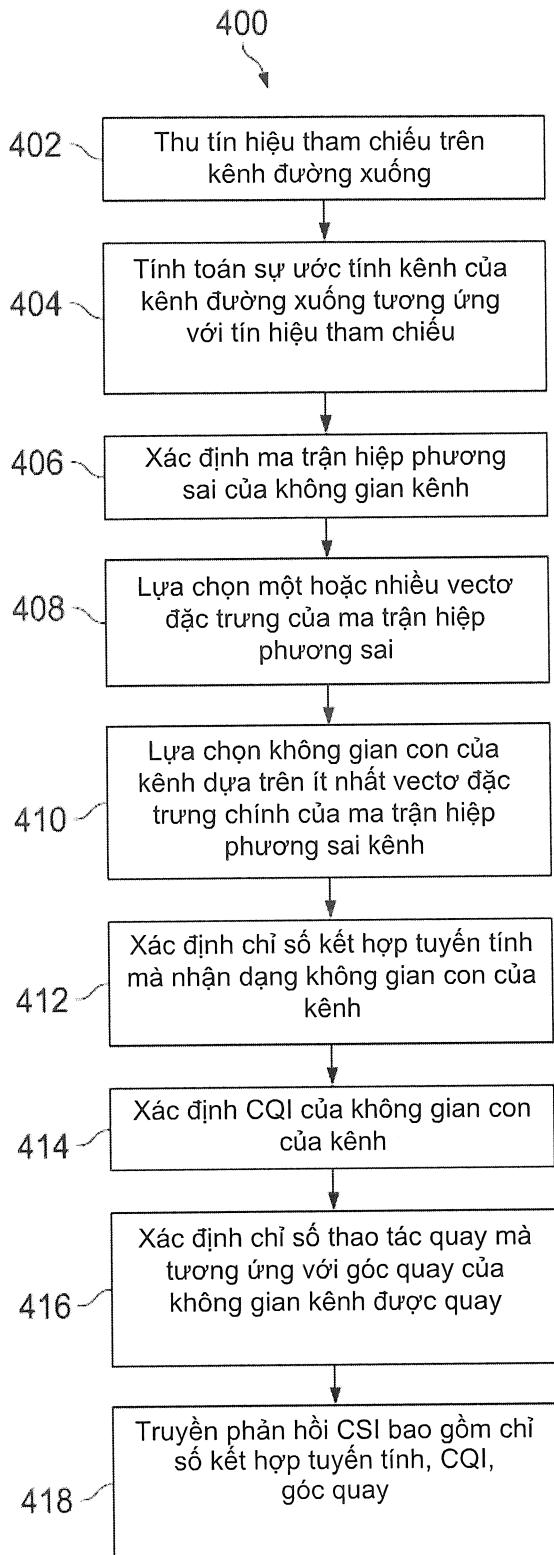


FIG. 4

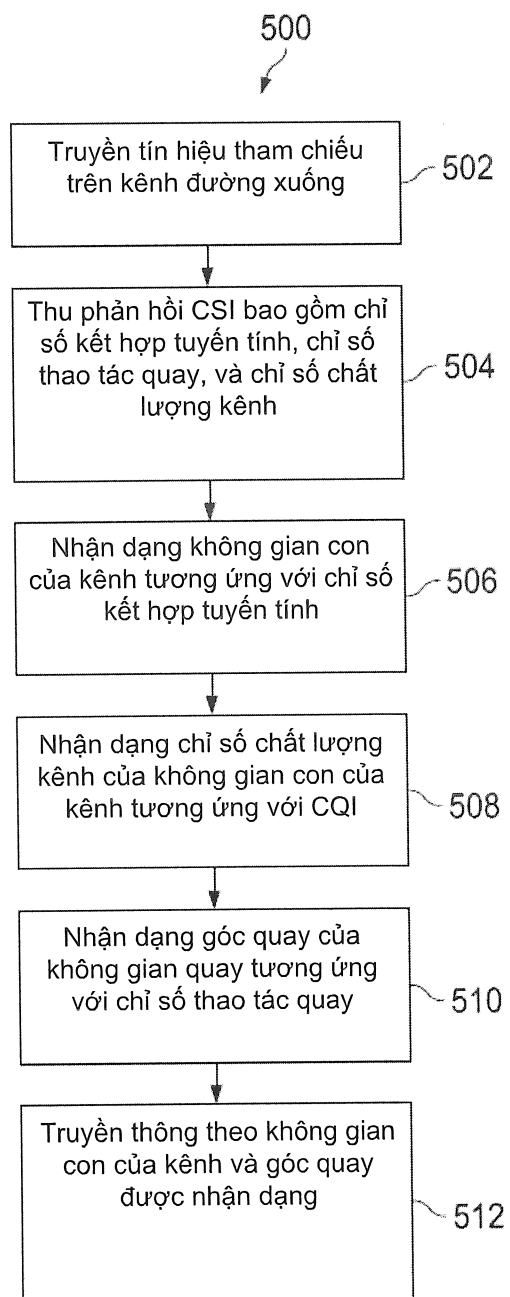


FIG. 5

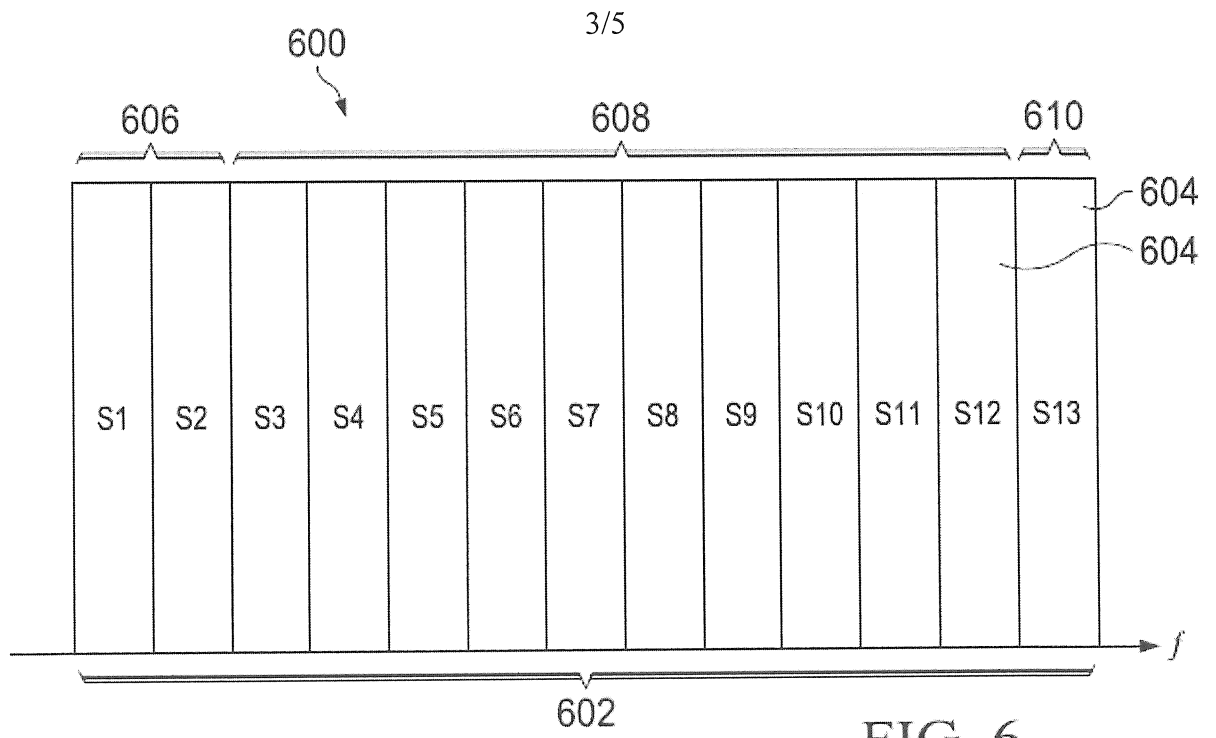


FIG. 6

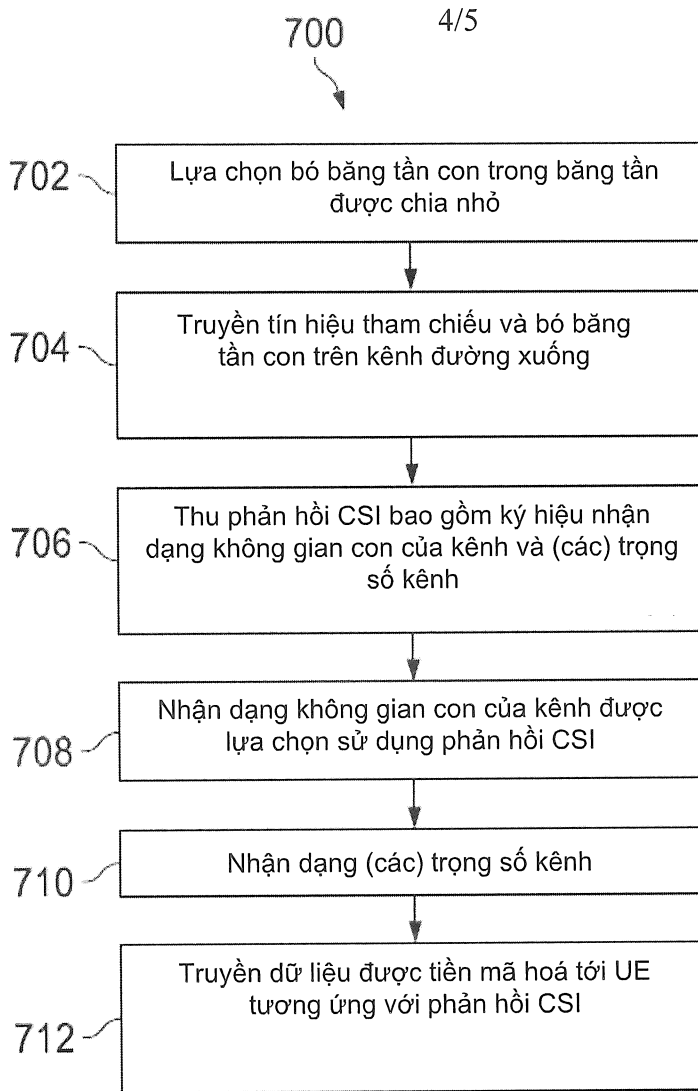


FIG. 7

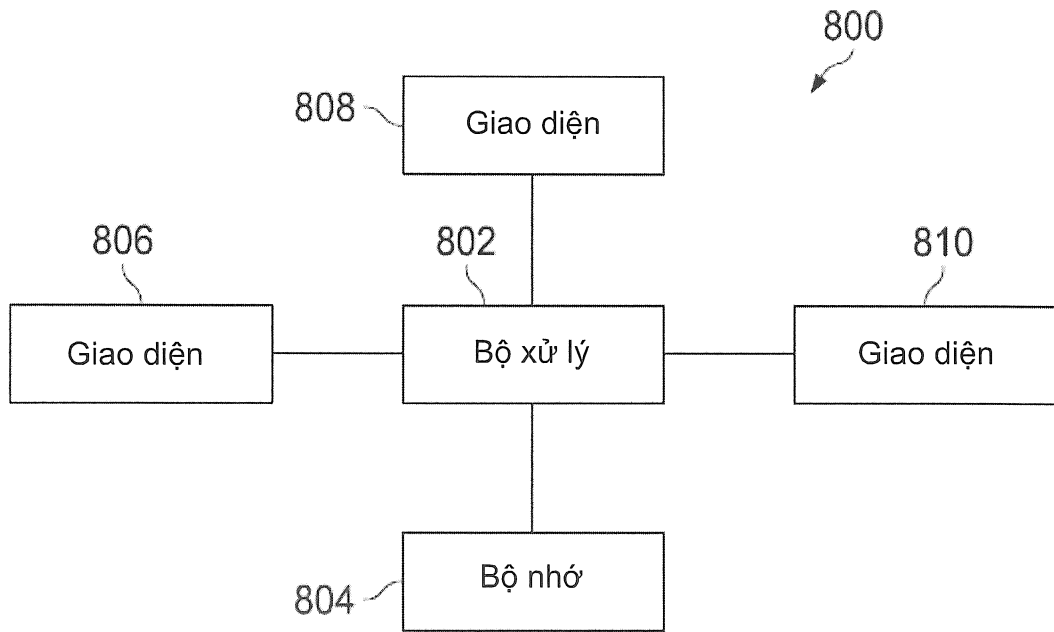


FIG. 8

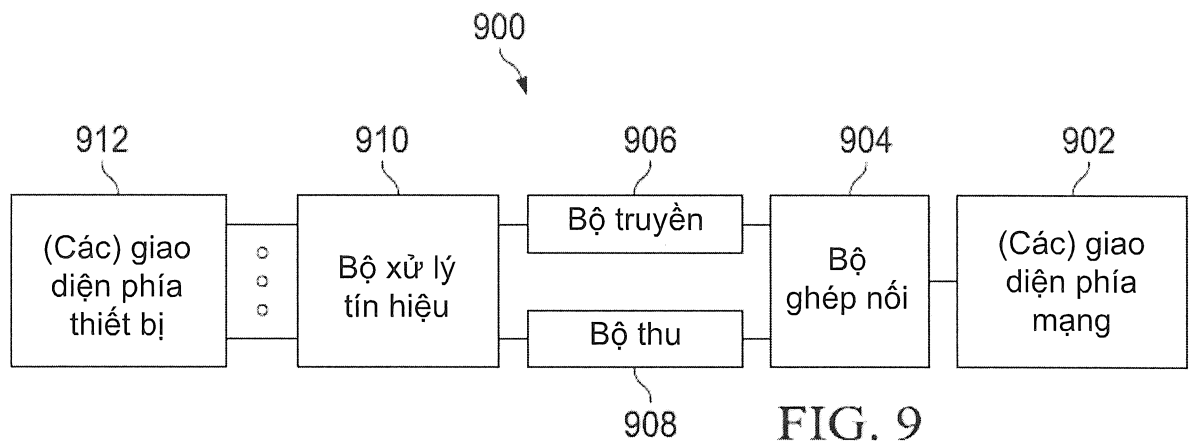


FIG. 9