



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

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

(11)



1-0041194

(51)^{2020.01} H04B 7/0456

(13) B

(21) 1-2020-03388

(22) 09/11/2018

(86) PCT/CN2018/114857 09/11/2018

(87) WO 2019/096071 23/05/2019

(30) 201711131566.8 15/11/2017 CN

(45) 25/09/2024 438

(43) 25/08/2020 389

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

Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, China

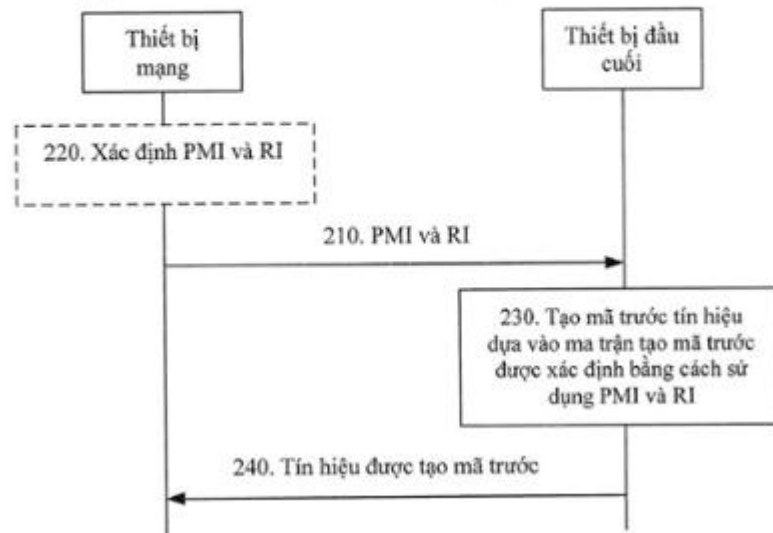
(72) HUANG, Yi (CN); REN, Haibao (CN); LI, Yuanjie (CN).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG, THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG VÀ VẬT GHI
LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐỌC KHÔNG KHẢ BIẾN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông, thiết bị truyền thông và vật ghi lưu trữ đọc được không khả biến, để hỗ trợ các dạng truyền dẫn. Phương pháp này bao gồm các bước: gửi bộ chỉ báo ma trận mã hóa trước (precoding matrix indicator, PMI) và chỉ báo hạng (rank indication, RI), trong đó PMI và RI này được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước trong bảng mã, hạng của ma trận mã hóa trước lớn hơn 1, bảng mã bao gồm ít nhất hai kiểu trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, mỗi vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất chỉ bao gồm một phần tử khác không, các phần tử khác không này trong hai vectơ cột bất kỳ nằm ở các hàng khác nhau, ít nhất một vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai bao gồm ít nhất một phần tử không và ít nhất hai phần tử khác không, mỗi phần tử ở ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba là phần tử khác không, và hai vectơ cột bất kỳ của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba trực giao với nhau.

200



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông không dây, và cụ thể là, phương pháp truyền thông, thiết bị truyền thông và vật ghi lưu trữ đọc được không khả biến.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong công nghệ đa đầu vào đa đầu ra lớn (massive multiple-input multiple-output, Massive MIMO), nhiễu giữa các người dùng và nhiễu giữa các dòng tín hiệu của cùng người dùng có thể được giảm thông qua bước mã hóa trước, giúp cải thiện chất lượng tín hiệu, thực hiện bước ghép kênh về không gian và cải thiện việc sử dụng phổ.

Hiện tại, các dạng truyền dẫn chẳng hạn như truyền nhất quán, truyền nhất quán một phần và truyền không nhất quán được đề xuất để truyền đường lên, để thích ứng với các kịch bản khác nhau. Tuy nhiên, trong bảng mã đường lên hiện tại, các dạng truyền dẫn nêu trên không được xem xét hoàn toàn. Ví dụ, trong các bảng mã có các hạng là 2 và 3, chỉ sự truyền không nhất quán một phần được hỗ trợ. Trong bảng mã có hạng là 4, chỉ sự truyền không nhất quán được hỗ trợ. Ngay cả nếu thiết bị đầu cuối có khả năng tương ứng, tính linh hoạt của dạng truyền dẫn của thiết bị đầu cuối bị giới hạn bởi bảng mã hiện tại.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, thiết bị truyền thông và hệ thống, để cải thiện tính linh hoạt truyền dẫn của thiết bị đầu cuối.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

gửi, bởi thiết bị mạng, bộ chỉ báo ma trận mã hóa trước (precoding matrix indicator, PMI) và chỉ báo hạng (rank indication, RI), trong đó PMI và RI này được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước trong bảng mã, và hạng của ma trận mã hóa trước lớn hơn 1; trong đó

bảng mã bao gồm ít nhất hai kiểu ma trận trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, mỗi vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất chỉ bao gồm một phần tử khác không, các phần tử khác không này trong hai vectơ cột bất kỳ nằm ở các hàng

khác nhau, ít nhất một véc tơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai bao gồm ít nhất một phần tử không và ít nhất hai phần tử khác không, mỗi phần tử ở ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba là phần tử khác không, và hai véc tơ cột bất kỳ của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba trực giao với nhau.

Dựa vào bảng mã nêu trên, khi thiết bị đầu cuối có khả năng tương ứng, thì thiết bị đầu cuối này có thể truyền thông với một hoặc nhiều thiết bị mạng dưới ít nhất hai dạng truyền dẫn trong số truyền nhất quán, truyền nhất quán một phần và truyền không nhất quán. Do đó, tính linh hoạt truyền dẫn của thiết bị đầu cuối được cải thiện, và các dạng truyền dẫn khác nhau được sử dụng, sao cho các yêu cầu truyền dẫn khác nhau có thể được đáp ứng, và việc sử dụng tài nguyên được cải thiện.

Tùy chọn, PMI và RI được mang trong thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI).

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo một số phương án thực hiện của khía cạnh thứ nhất, phương pháp này còn bao gồm bước:

gửi, bởi thiết bị mạng, thông tin chỉ báo thứ nhất, trong đó thông tin chỉ báo thứ nhất này biểu thị tập hợp các ma trận mã hóa trước khả dụng, hoặc thông tin chỉ báo thứ nhất biểu thị tập con bảng mã khả dụng, và tập con bảng mã này bao gồm ít nhất một kiểu trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ nhất được mang trong báo hiệu tầng cao hơn. Ví dụ, báo hiệu tầng cao hơn có thể bao gồm thông điệp điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control, RRC) hoặc thông điệp của phần tử điều khiển (Control Element, CE) để điều khiển truy cập đa phương tiện (Media Access Control, MAC).

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ nhất là giới hạn tập con bảng mã (codebook subset restriction, CSR).

Ma trận mã hóa trước khả dụng được biểu thị bằng cách sử dụng báo hiệu tầng cao hơn, có thể giới hạn số lượng bit của PMI, nhờ đó giảm các tổng phí bit của PMI.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ nhất là ánh xạ bit, ánh xạ bit này bao gồm ít nhất một bit chỉ báo, và khi thông tin chỉ báo thứ nhất biểu thị tập hợp các ma trận mã hóa trước khả dụng, thì mỗi bit chỉ báo tương ứng với một ma trận mã hóa trước, và mỗi bit chỉ báo này biểu thị xem ma trận mã hóa trước tương ứng có phải là ma trận mã hóa

trước khả dụng hay không.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ nhất là ánh xạ bit, ánh xạ bit này bao gồm ít nhất một bit chỉ báo, và khi thông tin chỉ báo thứ nhất biểu thị tập con bảng mã khả dụng, thì mỗi bit chỉ báo tương ứng với một tập con bảng mã, và mỗi bit chỉ báo này biểu thị xem ma trận mã hóa trước trong tập con bảng mã tương ứng có phải là ma trận mã hóa trước khả dụng hay không.

Cần hiểu rằng, việc biểu thị ma trận mã hóa trước khả dụng bằng cách sử dụng ánh xạ bit chỉ là một phương án thực hiện khả thi. Ví dụ, thiết bị mạng có thể còn biểu thị các kiểu ma trận mã hóa trước khác nhau bằng cách sử dụng các giá trị bit chỉ báo khác nhau được mang trong thông tin chỉ báo thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo một số phương án thực hiện của khía cạnh thứ nhất, phương pháp này còn bao gồm các bước:

gửi, bởi thiết bị mạng, thông tin chỉ báo thứ hai, trong đó thông tin chỉ báo thứ hai này được sử dụng để biểu thị tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao lan truyền theo phép biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform spread orthogonal frequency division multiplexing, DFT-s-OFDM); hoặc

gửi, bởi thiết bị mạng, thông tin chỉ báo thứ ba, trong đó thông tin chỉ báo thứ ba này được sử dụng để biểu thị tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao theo tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix-orthogonal frequency division multiplexing, CP-OFDM), trong đó

tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM bao gồm ít nhất một bảng mã tương ứng với ít nhất một hạng, mỗi bảng mã trong tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM này bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM bao gồm ít nhất một bảng mã tương ứng với ít nhất một hạng, mỗi bảng mã trong tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM này bao gồm ít nhất hai kiểu ma trận trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, mỗi vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất chỉ bao gồm một phần tử khác không, các phần tử khác không này trong hai vectơ cột bất kỳ nằm ở các hàng khác nhau, ít nhất một vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai bao gồm ít nhất một phần tử khác không và ít nhất hai phần tử khác không, mỗi phần tử ở ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước

kiểu thứ ba là phần tử khác không, và hai vectơ cột bất kỳ của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba trực giao với nhau.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ hai được mang trong báo hiệu tầng cao hơn.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ ba được mang trong báo hiệu tầng cao hơn.

Báo hiệu tầng cao hơn có thể bao gồm, ví dụ, thông điệp RRC hoặc thông điệp MAC-CE.

Cần lưu ý rằng thông tin chỉ báo thứ hai và thông tin chỉ báo thứ ba có thể được mang trong hai phần khác nhau của báo hiệu tầng cao hơn, và thiết bị mạng có thể gửi, ở cùng thời điểm, chỉ một trong số báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ hai và báo hiệu tầng cao hơn này được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ ba.

Cần lưu ý thêm rằng nếu bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM chỉ bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, thì tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM và tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM là giống nhau.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận, bởi thiết bị đầu cuối, bộ chỉ báo ma trận mã hóa trước PMI và chỉ báo hạng RI, trong đó PMI và RI được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước trong bảng mã, và hạng của ma trận mã hóa trước lớn hơn 1; và

mã hóa trước tín hiệu dựa vào ma trận mã hóa trước được xác định bằng cách sử dụng PMI và RI, và gửi tín hiệu đã mã hóa trước, trong đó

bảng mã bao gồm ít nhất hai kiểu ma trận trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, mỗi vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất chỉ bao gồm một phần tử khác không, các phần tử khác không này trong hai vectơ cột bất kỳ nằm ở các hàng khác nhau, ít nhất một vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai bao gồm ít nhất một phần tử không và ít nhất hai phần tử khác không, mỗi phần tử ở ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba là phần tử khác không, và hai vectơ cột bất kỳ của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba trực giao với nhau.

Dựa vào bảng mã nêu trên, khi thiết bị đầu cuối có khả năng tương ứng, thì thiết bị đầu cuối có thể truyền thông với một hoặc nhiều thiết bị mạng dưới ít nhất hai dạng truyền dẫn trong số truyền nhất quán, truyền nhất quán một phần và truyền không nhất quán. Do đó, tính linh hoạt truyền dẫn của thiết bị đầu cuối được cải thiện, và các dạng truyền dẫn khác nhau được sử dụng, sao cho các yêu cầu truyền dẫn khác nhau có thể được đáp ứng, và việc sử dụng tài nguyên được cải thiện.

Tùy chọn, PMI và RI được mang trong thông tin điều khiển đường xuống DCI.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo một số phương án thực hiện của khía cạnh thứ hai, phương pháp này còn bao gồm bước:

nhận, bởi thiết bị đầu cuối, thông tin chỉ báo thứ nhất, trong đó thông tin chỉ báo thứ nhất này biểu thị tập hợp các ma trận mã hóa trước khả dụng, hoặc thông tin chỉ báo thứ nhất biểu thị tập con bảng mã khả dụng, và tập con bảng mã này bao gồm ít nhất một kiểu trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ nhất được mang trong báo hiệu tầng cao hơn. Báo hiệu tầng cao hơn này có thể bao gồm, ví dụ, thông điệp RRC hoặc thông điệp MAC-CE.

Ma trận mã hóa trước khả dụng được biểu thị bằng cách sử dụng báo hiệu tầng cao hơn, có thể giới hạn số lượng bit của PMI, nhờ đó giảm các tổng phí bit của PMI.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ nhất là ánh xạ bit, ánh xạ bit này bao gồm ít nhất một bit chỉ báo, và khi thông tin chỉ báo thứ nhất biểu thị tập hợp các ma trận mã hóa trước khả dụng, thì mỗi bit chỉ báo tương ứng với một ma trận mã hóa trước, và mỗi bit chỉ báo này biểu thị xem ma trận mã hóa trước tương ứng có phải là ma trận mã hóa trước khả dụng hay không.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ nhất là ánh xạ bit, ánh xạ bit này bao gồm ít nhất một bit chỉ báo, và khi thông tin chỉ báo thứ nhất biểu thị tập con bảng mã khả dụng, thì mỗi bit chỉ báo tương ứng với một tập con bảng mã, và mỗi bit chỉ báo này biểu thị xem ma trận mã hóa trước trong tập con bảng mã tương ứng có phải là ma trận mã hóa trước khả dụng hay không.

Cần hiểu rằng, việc biểu thị ma trận mã hóa trước khả dụng bằng cách sử dụng ánh xạ bit chỉ là một phương án thực hiện khả thi. Ví dụ, thiết bị mạng có thể còn biểu thị các kiểu ma trận mã hóa trước khác nhau bằng cách sử dụng các giá trị bit chỉ báo

khác nhau được mang trong thông tin chỉ báo thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo một số phương án thực hiện của khía cạnh thứ hai, phương pháp này còn bao gồm các bước:

nhận, bởi thiết bị đầu cuối, thông tin chỉ báo thứ hai, trong đó thông tin chỉ báo thứ hai này được sử dụng để biểu thị tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao lan truyền theo phép biến đổi Fourier rời rạc (DFT-s-OFDM); hoặc

nhận, bởi thiết bị đầu cuối, thông tin chỉ báo thứ ba, trong đó thông tin chỉ báo thứ ba này được sử dụng để biểu thị tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao theo tiền tố tuần hoàn (CP-OFDM), trong đó

tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM bao gồm ít nhất một bảng mã tương ứng với ít nhất một hạng, mỗi bảng mã trong tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM này bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM bao gồm ít nhất một bảng mã tương ứng với ít nhất một hạng, mỗi bảng mã trong tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM này bao gồm ít nhất hai kiểu ma trận trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, mỗi vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất chỉ bao gồm một phần tử khác không, các phần tử khác không này trong hai vectơ cột bất kỳ nằm ở các hàng khác nhau, ít nhất một vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai bao gồm ít nhất một phần tử khác không và ít nhất hai phần tử khác không, mỗi phần tử ở ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba là phần tử khác không, và hai vectơ cột bất kỳ của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba trực giao với nhau.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ hai được mang trong báo hiệu tầng cao hơn.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ ba được mang trong báo hiệu tầng cao hơn.

Báo hiệu tầng cao hơn có thể bao gồm, ví dụ, thông điệp RRC hoặc thông điệp MAC-CE.

Cần lưu ý rằng thông tin chỉ báo thứ hai và thông tin chỉ báo thứ ba có thể được mang trong hai phần khác nhau của báo hiệu tầng cao hơn, và thiết bị mạng có thể gửi, ở cùng thời điểm, chỉ một báo hiệu bất kỳ trong số báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ hai và báo hiệu tầng cao hơn này được sử dụng để mang

thông tin chỉ báo thứ ba.

Cần lưu ý thêm rằng nếu bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM chỉ bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, thì tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM và tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM có thể giống nhau.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất thiết bị. Thiết bị được đề xuất theo sáng chế này có chức năng thực hiện hoạt động của thiết bị mạng hoặc thiết bị đầu cuối theo các khía cạnh của các phương pháp nêu trên, và bao gồm các phương tiện (means) tương được tạo cấu hình để thực hiện các bước hoặc chức năng được mô tả theo các khía cạnh của các phương pháp nêu trên. Các bước hoặc chức năng này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm, phần cứng hoặc sự kết hợp của phần mềm và phần cứng.

Theo một thiết kế khả thi, thiết bị bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý và bộ phận truyền thông. Một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị khi thực hiện chức năng tương ứng của thiết bị mạng theo phương pháp nêu trên, ví dụ, tạo ra PMI và RI. Bộ phận truyền thông được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị khi truyền thông với thiết bị khác, để thực hiện chức năng nhận và/hoặc gửi, ví dụ, gửi PMI và RI.

Tùy chọn, thiết bị này có thể còn bao gồm một hoặc nhiều bộ nhớ, trong đó bộ nhớ này được tạo cấu hình để ghép nối với bộ xử lý và lưu trữ lệnh chương trình và/hoặc dữ liệu cần thiết đối với thiết bị mạng. Một hoặc nhiều bộ nhớ có thể được tích hợp với bộ xử lý, hoặc có thể được bố trí riêng biệt với bộ xử lý. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Thiết bị có thể là trạm cơ sở, gNB, TRP hoặc thiết bị tương tự. Bộ phận truyền thông có thể là bộ thu-phát hoặc mạch thu-phát. Tùy chọn, bộ thu-phát có thể là mạch đầu vào/đầu ra hoặc giao diện.

Theo cách khác, thiết bị có thể là chip truyền thông. Bộ phận truyền thông có thể là mạch đầu vào/đầu ra hoặc giao diện của chip truyền thông.

Theo một thiết kế khả thi khác, thiết bị bao gồm bộ thu-phát, bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển bộ thu-phát gửi và nhận tín hiệu. Bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính. Bộ xử lý được tạo cấu hình để chạy chương trình máy tính trong bộ nhớ, sao cho thiết bị thực hiện phương pháp được hoàn thành bởi thiết bị mạng theo khía cạnh thứ nhất hoặc phương án thực hiện khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ nhất này.

Theo một thiết kế khả thi, thiết bị bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý và bộ phận truyền thông. Một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị khi thực hiện chức năng tương ứng của thiết bị đầu cuối theo phương pháp nêu trên, ví dụ, xác định mã trộn mã hóa trước dựa vào PMI và RI và mã hóa trước tín hiệu. Bộ phận truyền thông được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị khi truyền thông với thiết bị khác, để thực hiện chức năng nhận và/hoặc gửi, ví dụ, nhận PMI và RI hoặc gửi tín hiệu đã mã hóa trước.

Tùy chọn, thiết bị này có thể còn bao gồm một hoặc nhiều bộ nhớ, trong đó bộ nhớ này được tạo cấu hình để ghép nối với bộ xử lý và lưu trữ lệnh chương trình và/hoặc dữ liệu cần thiết đối với thiết bị. Một hoặc nhiều bộ nhớ có thể được tích hợp với bộ xử lý, hoặc có thể được bố trí riêng biệt với bộ xử lý. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Thiết bị có thể là đầu cuối thông minh, thiết bị đeo được hoặc thiết bị tương tự. Bộ phận truyền thông có thể là bộ thu-phát hoặc mạch thu-phát. Tùy chọn, bộ thu-phát có thể là mạch đầu vào/đầu ra hoặc giao diện.

Theo cách khác, thiết bị có thể là chip truyền thông. Bộ phận truyền thông có thể là mạch đầu vào/đầu ra hoặc giao diện của chip truyền thông.

Theo một thiết kế khả thi khác, thiết bị bao gồm bộ thu-phát, bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển bộ thu-phát gửi và nhận tín hiệu. Bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính. Bộ xử lý được tạo cấu hình để chạy chương trình máy tính trong bộ nhớ, sao cho thiết bị thực hiện phương pháp được hoàn thành bởi thiết bị đầu cuối theo khía cạnh thứ hai hoặc phương án thực hiện khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ hai này.

Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất hệ thống, trong đó hệ thống này bao gồm thiết bị đầu cuối và thiết bị mạng nêu trên.

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề xuất vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính và được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính. Chương trình máy tính này bao gồm lệnh được sử dụng để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất hoặc phương án thực hiện khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ nhất này.

Theo khía cạnh thứ sáu, sáng chế đề xuất vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính và được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính. Chương trình máy tính này bao gồm lệnh được sử dụng để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ hai hoặc phương án thực hiện khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ hai này.

Theo khía cạnh thứ bảy, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính, sản phẩm chương trình máy tính này bao gồm mã chương trình máy tính, và khi mã chương trình máy tính này chạy trên máy tính, thì máy tính được cho phép thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất hoặc phương án thực hiện khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ nhất này.

Theo khía cạnh thứ tám, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính, sản phẩm chương trình máy tính này bao gồm mã chương trình máy tính, và khi mã chương trình máy tính này chạy trên máy tính, thì máy tính được cho phép thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ hai hoặc phương án thực hiện khả thi bất kỳ của khía cạnh thứ hai này.

Theo phương án thực hiện khả thi bất kỳ của các khía cạnh nêu trên, tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_1 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 .

Ma trận mã hóa trước có thể hỗ trợ để sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten được thực hiện, và tổng công suất truyền có thể được cấp phát đồng đều cho mỗi cổng ăngten, sao cho yêu cầu về hiệu suất của bộ khuếch đại công suất của thiết bị đầu cuối có thể được giảm.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_2 .

Ma trận mã hóa trước có thể hỗ trợ để sự cân bằng công suất giữa các dòng tín hiệu được thực hiện, và do đó công suất truyền có thể được sử dụng hoàn toàn để đảm bảo chất lượng tín hiệu.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_4 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 .

Ma trận mã hóa trước có thể hỗ trợ để sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten được thực hiện, tổng công suất truyền có thể được cấp phát đồng đều cho mỗi cổng ăngten, sao cho yêu cầu đối với bộ khuếch đại công suất của thiết bị đầu cuối có thể được giảm.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_5 = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_5 .

Ma trận mã hóa trước có thể hỗ trợ để sự cân bằng công suất giữa các dòng tín hiệu được thực hiện, và do đó công suất truyền có thể được sử dụng hoàn toàn để đảm bảo chất lượng tín hiệu.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_8 = \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_8 .

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$, $\varphi_2 \in \{1, -1, j, -j\}$, và j là đơn vị ảo.

Theo cách khác, tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, và $\varphi_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$.

Cần hiểu rằng các giá trị φ_1 và φ_2 có thể giống nhau hoặc có thể khác nhau. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Ma trận mã hóa trước có thể hỗ trợ để sự cân bằng công suất giữa các dòng tín

hiệu được thực hiện, và do đó công suất truyền có thể được sử dụng hoàn toàn để đảm bảo chất lượng tín hiệu.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_9 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \end{bmatrix} H_1, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_9 , hoặc

$$W_{10} = H_2 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_{10} , trong đó

H_1 và H_2 là các ma trận hệ số. Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$, $\varphi_2 \in \{1, -1, j, -j\}$, và j là đơn vị ảo. Theo cách khác, tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, và $\varphi_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$.

Cần hiểu rằng các giá trị φ_1 và φ_2 có thể giống nhau hoặc có thể khác nhau. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

$$\text{Tùy chọn, } H_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{8}} \end{bmatrix} \text{ hoặc } H_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} \\ \frac{1}{4} \\ \frac{1}{\sqrt{8}} \end{bmatrix}.$$

$$\text{Tùy chọn } H_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{8}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{4} \end{bmatrix} \text{ hoặc } H_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{4} & \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{4} \end{bmatrix}.$$

Theo thiết kế của ma trận mã hóa trước, sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten trong nhóm cổng ăngten có thể được thực hiện, và tổng công suất truyền có thể được cấp phát đồng đều cho mỗi cổng ăngten này, sao cho yêu cầu đối với bộ khuếch đại công suất của thiết bị đầu cuối có thể được giảm.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai bao gồm ít nhất một trong số ma trận sau:

$$W_{11} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 & 0 \\ 0 & \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_{11} .

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$, $\varphi_2 \in \{1, -1, j, -j\}$, và j là đơn vị ảo.

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, và $\varphi_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$.

Cần hiểu rằng các giá trị φ_1 và φ_2 có thể giống nhau hoặc có thể khác nhau. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này. Sự cân bằng công suất giữa các dòng có thể được thực hiện trong ma trận mã hóa trước.

Tùy chọn, cấu trúc của ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba bao gồm ít nhất một trong số ma trận sau:

$$U_3^1 = \begin{bmatrix} b_{k_1} \\ \alpha b_{k_2} \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^1 , hoặc

$$U_3^2 = \begin{bmatrix} b_{k_1} & b_{k_1+x_1O} \\ \alpha b_{k_2} & \alpha b_{k_2+x_2O} \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^2 , hoặc

$$U_3^3 = \begin{bmatrix} b_{k_1} & b_{k_1} & b_{k_1+x_1O} \\ \alpha b_{k_2} & -\alpha b_{k_2} & \alpha b_{k_2+x_2O} \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^3 , hoặc

$$U_3^4 = \begin{bmatrix} b_{k_1} & b_{k_1} & b_{k_1+x_1O} & b_{k_1+x_1O} \\ \alpha b_{k_2} & -\alpha b_{k_2} & \alpha b_{k_2+x_2O} & -\alpha b_{k_2+x_2O} \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^4 , hoặc ma trận bao gồm hai hoặc ba cột bất kỳ trong U_3^4 , hoặc ma trận bao gồm hai hoặc ba cột bất kỳ trong ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^4 , trong đó

$\alpha \in \{1, -1, j, -j\}$, j là đơn vị ảo, b_{k_1} , b_{k_2} , $b_{k_1+x_1O}$, và $b_{k_2+x_2O}$ là các vectơ biến đổi

Fourier rời rạc (discrete Fourier transform, DFT) và đáp ứng $b_{k_1} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{2\pi k_1}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}$,

$$b_{k_2} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{2\pi k_2}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}, b_{k_1+x_1O} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{2\pi(k_1+x_1O)}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}, \text{ và } b_{k_2+x_2O} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{2\pi(k_2+x_2O)}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}, N \text{ là số lượng cổng ăngten,}$$

$N=4$, $O=2$, $x_1 \in \{0, 1\}$, và $x_2 \in \{0, 1\}$.

Đối với cấu trúc của ma trận mã hóa trước, không cần yêu cầu rằng hai vectơ DFT mà cấu thành một điểm vectơ cột đối với cùng hướng chùm tia. Theo cách này, phạm vi lựa chọn của ma trận mã hóa trước có thể được mở rộng, nhờ đó tăng khoảng cách Grassmannian tối thiểu của bảng mã, và tạo điều kiện thuận lợi cho việc cải thiện hiệu suất hệ thống.

Cần lưu ý rằng ma trận mã hóa trước có thể thu được thông qua phép biến đổi bằng cách sử dụng cấu trúc của ma trận mã hóa trước được đề xuất ở trên. “Phép biến đổi” này có thể bao gồm nhưng không bị giới hạn ở phép biến đổi hàng và/hoặc cột và/hoặc xử lý chuẩn hóa.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước trong tập con bảng mã kiểu thứ ba bao gồm W_M và $W_M = \frac{1}{\sqrt{M \times N}} U_3^M$.

M là hạng, M là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1, N là số lượng cổng ăngten, $N \geq M$ và N là số nguyên.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba bao gồm W_M , trong đó W_M bao gồm M vectơ cột trong W_0 , và W_0 và ma trận mã hóa trước bất kỳ u trong bảng mã có hạng là 1 đáp ứng mỗi quan hệ biến đổi toán học sau:

$$W_0 = I - 2uu^H / u^H u,$$

trong đó M là hạng, M là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1, I là ma trận đơn vị, và u^H là ma trận chuyển vị liên hợp của u .

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba bao gồm W_M , trong đó W_M bao gồm M ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 1, M là hạng, và M là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1.

Dựa vào các thiết kế của các ma trận mã hóa trước khác nhau được liệt kê ở trên, phạm vi lựa chọn của ma trận mã hóa trước có thể được mở rộng, nhờ đó tăng khoảng cách Grassmannian tối thiểu của bảng mã, và tạo điều kiện thuận lợi cho việc cải thiện hiệu suất hệ thống.

Mô tả ngắn gọn các hình vẽ

FIG.1 là sơ đồ sơ lược về hệ thống truyền thông của phương pháp truyền thông áp dụng được cho một phương án của sáng chế;

FIG.2 là lưu đồ sơ lược của phương pháp truyền thông theo một phương án của sáng chế;

FIG.3 là sơ đồ sơ lược của cổng ăngten theo một phương án của sáng chế;

FIG.4 là sơ đồ sơ lược của thiết bị đầu cuối theo một phương án của sáng chế;

FIG.5 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của thiết bị mạng theo một phương án của sáng chế; và

FIG.6 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của thiết bị truyền thông theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau mô tả các giải pháp kỹ thuật của sáng chế dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế có thể được áp dụng cho các hệ thống truyền thông khác nhau, chẳng hạn như: hệ thống truyền thông di động toàn cầu (Global System for Mobile Communications, GSM), hệ thống đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access, CDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo mã băng rộng (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA), dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (General Packet Radio Service, GPRS), hệ thống tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, LTE), hệ thống song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplex, FDD) LTE, hệ thống song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplex, TDD) LTE, hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile

Telecommunications System, UMTS), hệ thống truyền thông có khả năng tương tác toàn cầu với truy cập vi ba (Worldwide Interoperability for Microwave Access, WiMAX), hệ thống thế hệ thứ năm (5th Generation, 5G) trong tương lai, công nghệ truy cập vô tuyến mới (new radio access technology, NR) hoặc hệ thống tương tự.

Để dễ hiểu các phương án của sáng chế, trước tiên hệ thống truyền thông được thể hiện trên FIG.1 được sử dụng làm một ví dụ để mô tả một cách chi tiết hệ thống truyền thông áp dụng được cho các phương án của sáng chế. FIG.1 là sơ đồ sơ lược về hệ thống truyền thông của phương pháp truyền thông áp dụng được cho một phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên FIG.1, hệ thống truyền thông 100 bao gồm thiết bị mạng 102 và thiết bị đầu cuối 106. Thiết bị mạng 102 có thể được tạo cấu hình với các ăngten, và thiết bị đầu cuối có thể còn được tạo cấu hình với các ăngten. Tùy chọn, hệ thống truyền thông có thể còn bao gồm thiết bị mạng 104, và thiết bị mạng 104 này có thể còn được tạo cấu hình với các ăngten.

Cần hiểu rằng thiết bị mạng 102 hoặc thiết bị mạng 104 có thể còn bao gồm các thành phần (ví dụ, bộ xử lý, bộ điều biến, bộ ghép kênh, bộ giải điều biến hoặc bộ giải ghép kênh) có liên quan đến bước gửi và nhận tín hiệu.

Thiết bị mạng có thể là thiết bị bất kỳ có chức năng thu-phát không dây hoặc chip có thể được bố trí trong thiết bị. Thiết bị này bao gồm nhưng không bị giới hạn ở: nút B tiến hóa (evolved Node B, eNB), bộ điều khiển mạng vô tuyến (Radio Network Controller, RNC), nút B (NodeB, NB), bộ điều khiển trạm cơ sở (Base Station Controller, BSC), trạm thu-phát cơ sở (Base Transceiver Station, BTS), trạm cơ sở trong nhà (ví dụ, nút B tiến hóa trong nhà hoặc nút B trong nhà (Home NodeB, HNB)), đơn vị băng tần cơ sở (BaseBand Unit, BBU), điểm truy cập (Access Point, AP) trong hệ thống kết nối không dây sử dụng sóng vô tuyến (Wireless Fidelity, Wi-Fi), nút chuyển tiếp không dây, nút đường trục không dây, điểm truyền dẫn (điểm truyền dẫn và tiếp nhận (transmission and reception point, TRP); hoặc điểm truyền dẫn (transmission point, TP)) và dạng tương tự, hoặc có thể là gNB hoặc điểm truyền dẫn (TRP hoặc TP) trong hệ thống 5G chẳng hạn như hệ thống NR, một hoặc nhiều nhóm panen ăngten (bao gồm các panen ăngten) của trạm cơ sở trong hệ thống 5G, hoặc có thể là nút mạng tạo ra gNB hoặc điểm truyền dẫn, chẳng hạn như đơn vị băng tần cơ sở (BBU) hoặc đơn vị phân tán (distributed unit, DU).

Theo một số triển khai, gNB có thể bao gồm đơn vị tập trung (centralized unit, CU) và DU. gNB này có thể còn bao gồm đơn vị tần số vô tuyến (radio unit, RU). CU

thực hiện một phần các chức năng của gNB, và DU thực hiện một phần các chức năng của gNB. Ví dụ, CU thực hiện các chức năng của tầng điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control, RRC) và tầng giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol, PDCP), và DU thực hiện các chức năng của tầng điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control, RLC), tầng điều khiển truy cập đa phương tiện (Media Access Control, MAC) và tầng vật lý (physical, PHY). Thông tin ở tầng RRC cuối cùng có thể trở thành thông tin ở tầng PHY, hoặc có thể được chuyển đổi từ thông tin ở tầng PHY. Do đó, trong kiến trúc này, báo hiệu tầng cao hơn chẳng hạn như báo hiệu tầng RRC hoặc báo hiệu tầng PHCP có thể còn được coi là được gửi bởi DU, hoặc được gửi bởi DU và RU. Cần hiểu rằng thiết bị mạng có thể là nút CU, nút DU hoặc thiết bị bao gồm nút CU và nút DU. Ngoài ra, CU có thể được phân loại thành thiết bị mạng trong mạng truy cập RAN, hoặc CU có thể được phân loại thành thiết bị mạng trong mạng lõi (core network, CN). Điều này không bị giới hạn ở đây.

Thiết bị đầu cuối có thể còn được gọi là trang thiết bị người dùng (user equipment, UE), thiết bị đầu cuối truy cập, đơn vị thuê bao, trạm thuê bao, trạm di động, bảng điều khiển di động, trạm từ xa, thiết bị đầu cuối từ xa, thiết bị di động, thiết bị đầu cuối người dùng, thiết bị đầu cuối, thiết bị truyền thông không dây, đại lý người dùng hoặc thiết bị người dùng. Thiết bị đầu cuối theo các phương án của sáng chế có thể là điện thoại di động (mobile phone), máy tính dạng bảng (Pad), máy tính có chức năng thu-phát không dây, thiết bị đầu cuối thực tế ảo (Virtual Reality, VR), thiết bị đầu cuối thực tế tăng cường (Augmented Reality, AR), thiết bị đầu cuối không dây trong điều khiển công nghiệp (industrial control), thiết bị đầu cuối không dây khi tự dẫn động (self driving), thiết bị đầu cuối không dây trong phẫu thuật y tế từ xa (remote medical), thiết bị đầu cuối không dây trong mạng lưới thông minh (smart grid), thiết bị đầu cuối không dây trong an toàn vận tải (transportation safety), thiết bị đầu cuối không dây trong thành phố thông minh (smart city), thiết bị đầu cuối không dây trong nhà thông minh (smart home) hoặc thiết bị đầu cuối tương tự. Kịch bản ứng dụng không bị giới hạn ở các phương án của sáng chế. Theo sáng chế này, thiết bị đầu cuối nêu trên và chip có thể được bố trí trong thiết bị đầu cuối nêu trên được gọi chung là thiết bị đầu cuối.

Trong hệ thống truyền thông 100, cả thiết bị mạng 102 và thiết bị mạng 104 đều có thể truyền thông với nhiều thiết bị đầu cuối (chẳng hạn như thiết bị đầu cuối 106 được thể hiện trên hình vẽ). Thiết bị mạng 102 và thiết bị mạng 104 có thể truyền thông với số lượng thiết bị đầu cuối bất kỳ tương tự với thiết bị đầu cuối 106. Tuy nhiên, cần hiểu rằng thiết bị đầu cuối mà truyền thông với thiết bị mạng 102 và thiết bị đầu cuối mà

truyền thông với thiết bị mạng 104 có thể giống nhau hoặc có thể khác nhau. Thiết bị đầu cuối 106 được thể hiện trên FIG.1 có thể truyền thông với thiết bị mạng 102 và thiết bị mạng 104 ở cùng thời điểm. Tuy nhiên, điều này chỉ thể hiện một kịch bản khả thi. Trong một số kịch bản, thiết bị đầu cuối có thể chỉ truyền thông với thiết bị mạng 102 hoặc thiết bị mạng 104. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Cần hiểu rằng, FIG.1 chỉ là sơ đồ sơ lược được đơn giản hóa được sử dụng làm một ví dụ để dễ hiểu. Hệ thống truyền thông có thể còn bao gồm thiết bị mạng khác hoặc có thể còn bao gồm thiết bị đầu cuối khác, không được vẽ trên FIG.1.

Để dễ hiểu các phương án của sáng chế, phần dưới mô tả ngắn gọn quy trình xử lý tín hiệu (ví dụ, bao gồm tín hiệu hoặc dữ liệu tham chiếu) trên kênh vật lý trong hệ thống LTE. Từ mã (code word) từ tầng cao hơn có thể được xử lý trên kênh vật lý, và từ mã này có thể là dòng bit được mã hóa (ví dụ, bao gồm sự mã hóa kênh). Từ mã được xáo trộn (scrambling) để tạo ra dòng bit được xáo trộn. Dòng bit được xáo trộn này trải qua bước ánh xạ điều biến (modulation mapping) để thu được dòng ký hiệu điều biến. Dòng ký hiệu điều biến này được ánh xạ đến các tầng (layer) thông qua bước ánh xạ tầng (layer mapping). Để dễ phân biệt và mô tả, theo các phương án của sáng chế, ký hiệu thu được sau khi ánh xạ tầng có thể được gọi là dòng tín hiệu được ánh xạ tầng (hoặc được gọi là dòng ký hiệu hoặc dòng không gian). Dòng tín hiệu được ánh xạ tầng trải qua bước mã hóa trước (precoding) để thu được các dòng tín hiệu được mã hóa trước (hoặc được gọi là các dòng ký hiệu được mã hóa trước). Sau khi dòng tín hiệu được mã hóa trước trải qua bước ánh xạ phần tử tài nguyên (resource element, RE), dòng tín hiệu được mã hóa trước được ánh xạ đến các RE. Các RE này sau đó được điều biến thông qua sự ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing, OFDM) để tạo ra các dòng ký hiệu OFDM. Các dòng ký hiệu OFDM này sau đó được truyền qua cổng ăngten (antenna port).

Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật cần hiểu rằng các dòng tín hiệu khác nhau được nêu theo sáng chế này là các dòng ký hiệu điều biến. Cần hiểu thêm rằng các thuật ngữ được định nghĩa để dễ phân biệt, chẳng hạn như dòng tín hiệu được ánh xạ tầng và dòng tín hiệu được mã hóa trước, không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Sáng chế này không loại trừ khả năng mà các tên gọi khác được sử dụng trong giao thức hiện có hoặc trong tương lai để thay thế các tên gọi nêu trên. Mặc dù các dòng tín hiệu xuất hiện ở nhiều vị trí trong phần sau không được mô tả một cách chi tiết, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu,

theo trình tự thực thi của các quy trình nêu trên, các ý nghĩa cụ thể của các dòng tín hiệu ở mỗi vị trí này.

Dựa vào quy trình xử lý nêu trên, thiết bị mạng 102 có thể gửi các tín hiệu đường xuống đến các thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng các ăngten, và thiết bị đầu cuối này có thể gửi các tín hiệu đường lên đến cùng thiết bị mạng (ví dụ, thiết bị mạng 102 được thể hiện trên hình vẽ) hoặc các thiết bị mạng khác nhau (ví dụ, thiết bị mạng 102 và thiết bị mạng 104 được thể hiện trên hình vẽ) bằng cách sử dụng các ăngten. Trong công nghệ MIMO, nhiễu giữa các người dùng và nhiễu giữa những các dòng tín hiệu của cùng người dùng có thể được giảm thông qua bước mã hóa trước.

Sự mã hóa trước có thể có nghĩa là khi trạng thái kênh được biết đến, tín hiệu cần được truyền được xử lý trước ở đầu truyền, nghĩa là, tín hiệu cần được truyền được xử lý bằng cách sử dụng ma trận mã hóa trước khớp với tài nguyên kênh, sao cho tín hiệu cần được truyền mà đã được mã hóa trước được làm thích ứng với kênh, và độ phức tạp của bước khử bỏ tác động giữa các kênh ở đầu nhận được giảm. Do đó, tín hiệu truyền được mã hóa trước, sao cho chất lượng tín hiệu nhận được (ví dụ, tỷ số tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal to interference plus noise ratio, SINR)) được cải thiện. Do đó, sự truyền dẫn giữa thiết bị phía đầu truyền và các thiết bị phía đầu nhận có thể được thực hiện trên cùng tài nguyên thời gian-tần số thông qua bước mã hóa trước, nghĩa là, đa đầu vào đa đầu ra đa người dùng (multi-user multiple-input multiple-output, MU-MIMO) được thực hiện. Cần lưu ý rằng phần mô tả có liên quan về bước mã hóa trước chỉ được sử dụng làm một ví dụ, và không được sử dụng để giới hạn phạm vi bảo hộ của các phương án của sáng chế. Trong quy trình thực hiện cụ thể, bước mã hóa trước có thể còn được thực hiện theo cách khác (ví dụ, khi ma trận kênh không thể được biết đến, thì bước mã hóa trước được thực hiện bằng cách sử dụng ma trận mã hóa trước được thiết lập trước hoặc theo cách xử lý có trọng số). Các chi tiết không được mô tả trong bản mô tả này.

Theo một phương án thực hiện khả thi, để thu được ma trận mã hóa trước mà có thể được làm thích ứng với kênh, thiết bị phía đầu truyền trước tiên có thể thực hiện phép đo kênh bằng cách gửi tín hiệu tham chiếu, để xác định ma trận mã hóa trước tương đối chính xác để mã hóa trước tín hiệu cần được gửi. Cụ thể, thiết bị phía đầu truyền có thể là thiết bị mạng, và thiết bị phía đầu nhận có thể là thiết bị đầu cuối. Tín hiệu tham chiếu có thể là tín hiệu tham chiếu được sử dụng để đo kênh đường xuống, ví dụ, tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (channel state information reference signal, CSI-RS).

Thiết bị đầu cuối này có thể thực hiện phép đo CSI dựa vào CSI-RS đã nhận, và CSI phản hồi của kênh đường xuống đối với thiết bị mạng. Theo cách khác, thiết bị phía đầu truyền có thể là thiết bị đầu cuối, và thiết bị phía đầu nhận có thể là thiết bị mạng. Tín hiệu tham chiếu có thể là tín hiệu tham chiếu được sử dụng để đo kênh đường lên, ví dụ, tín hiệu tham chiếu thăm dò (sounding reference signal, SRS). Thiết bị mạng có thể thực hiện phép đo CSI dựa vào SRS đã nhận, và biểu thị CSI của kênh đường lên đối với thiết bị đầu cuối. CSI có thể bao gồm, ví dụ, bộ chỉ báo ma trận mã hóa trước (precoding matrix indicator, PMI), chỉ báo hạng (rank indication, RI), và bộ chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator, CQI).

Cần hiểu rằng tín hiệu tham chiếu đã liệt kê được sử dụng để đo kênh đường xuống và tín hiệu tham chiếu đã liệt kê được sử dụng để đo kênh đường lên chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ví dụ, tín hiệu tham chiếu được sử dụng để đo kênh đường xuống có thể còn là tín hiệu tham chiếu giải điều biến đường xuống (Demodulation reference signal, DMRS), tín hiệu tham chiếu theo dõi (Tracking reference signal, TRS), hoặc tín hiệu tham chiếu theo dõi pha (phase tracking reference signal, PTRS). Tín hiệu tham chiếu này được sử dụng để đo kênh đường lên có thể còn là DMRS đường lên hoặc tín hiệu tương tự. Ngoài ra, sáng chế không loại trừ khả năng xác định các tín hiệu tham chiếu khác có chức năng giống hoặc tương tự nhau trong giao thức tương lai, và sáng chế này không loại trừ khả năng xác định tín hiệu tham chiếu hiện có khác dưới dạng tín hiệu tham chiếu để đo kênh trong giao thức tương lai.

Cần hiểu thêm rằng cách xác định ma trận mã hóa trước bởi thiết bị phía đầu truyền không bị giới hạn ở cách nêu trên để thực hiện phép đo kênh dựa vào tín hiệu tham chiếu. Thiết bị phía đầu truyền có thể còn ước lượng kênh dựa vào tính tương hỗ của kênh đường lên và kênh đường xuống, ví dụ, ước lượng CSI của kênh đường xuống dựa vào thông tin trạng thái kênh (channel state information, CSI) của kênh đường lên. Trong trường hợp này, CSI của kênh đường lên có thể được xác định dựa vào tín hiệu tham chiếu (ví dụ, SRS) được gửi bởi thiết bị đầu cuối. Cách xác định ma trận mã hóa trước không bị giới hạn ở sáng chế này.

Để cải thiện tính linh hoạt truyền dẫn của thiết bị đầu cuối để thích ứng với các kịch bản khác nhau, nhiều cách truyền dẫn (hoặc cách mã hóa trước) hiện đang được đề xuất. Phần sau mô tả ngắn gọn một số dạng truyền dẫn trong quy trình truyền đường lên của thiết bị đầu cuối theo các phương án của sáng chế.

1. Truyền nhất quán: Một dòng tín hiệu được ánh xạ tầng có thể được mã hóa trước bằng cách sử dụng tất cả các cổng ăngten truyền được tạo cấu hình, để tạo ra một chùm tia theo không gian để gửi. Các chùm tia theo không gian tương ứng với các dòng tín hiệu được ánh xạ tầng khác nhau là khác nhau. Điều này có thể được hiểu là điều hướng chùm tia, để giảm nhiễu và cải thiện chất lượng tín hiệu.

2. Truyền không nhất quán: Một dòng tín hiệu được ánh xạ tầng có thể được mã hóa trước và được gửi bằng cách sử dụng một cổng ăngten truyền. Các dòng tín hiệu được ánh xạ tầng khác nhau sử dụng các cổng ăngten truyền khác nhau, và các tài nguyên thời gian-tần số được sử dụng khi các cổng ăngten truyền khác nhau này được sử dụng để gửi các dòng tín hiệu được ánh xạ tầng có thể giống nhau. Điều này có thể được hiểu là sự lựa chọn cổng ăngten, nhờ đó cải thiện việc sử dụng tài nguyên.

3. Truyền nhất quán một phần: Một dòng tín hiệu được ánh xạ tầng có thể được mã hóa trước bằng cách sử dụng một phần các cổng ăngten truyền được tạo cấu hình trước, để tạo ra một chùm tia theo không gian để gửi. Các cổng ăngten truyền được sử dụng bởi ít nhất hai dòng tín hiệu được ánh xạ tầng là khác nhau, hoặc ít nhất hai dòng tín hiệu được ánh xạ tầng tương ứng với các chùm tia theo không gian khác nhau. Vì các dòng tín hiệu khác nhau được gửi bằng cách sử dụng các chùm tia theo không gian khác nhau, nên thiết bị đầu cuối có thể truyền thông với các thiết bị mạng khác nhau bằng cách sử dụng cùng tài nguyên thời gian-tần số.

Có thể biết được rằng, ba dạng truyền dẫn được liệt kê ở trên chủ yếu khác nhau ở giai đoạn mã hóa trước, và một dòng tín hiệu được ánh xạ tầng được mã hóa trước một cách riêng biệt bằng cách sử dụng các số lượng ăngten khác nhau. Do đó, ba dạng truyền dẫn nêu trên có thể còn được gọi là các cách mã hóa trước.

Ba dạng truyền dẫn được liệt kê ở trên có thể được áp dụng cho các kịch bản khác nhau, và các thiết bị đầu cuối khác nhau có các khả năng khác nhau để hỗ trợ các dạng truyền dẫn này. Một số thiết bị đầu cuối có thể hỗ trợ ba dạng truyền dẫn nêu trên, và một số thiết bị đầu cuối có thể hỗ trợ chỉ một hoặc hai trong số ba dạng truyền dẫn nêu trên. Nếu băng mã không hỗ trợ các dạng truyền dẫn này, thì tính linh hoạt truyền dẫn của thiết bị đầu cuối có thể bị giới hạn đáng kể.

Xét theo điều này, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, để hỗ trợ các dạng truyền dẫn khả thi nêu trên và cải thiện tính linh hoạt truyền dẫn.

Phần sau mô tả một cách chi tiết các phương án của sáng chế dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Cần hiểu rằng các giải pháp kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng cho hệ thống truyền thông không dây, ví dụ, hệ thống truyền thông 100 được thể hiện trên FIG.1. Hệ thống truyền thông này có thể bao gồm ít nhất một thiết bị mạng và ít nhất một thiết bị đầu cuối, và thiết bị mạng và thiết bị đầu cuối này có thể truyền thông với nhau bằng cách sử dụng giao diện không gian vô tuyến. Ví dụ, thiết bị mạng trong hệ thống truyền thông có thể tương ứng với thiết bị mạng 102 hoặc thiết bị mạng 104 được thể hiện trên FIG.1, và thiết bị đầu cuối có thể tương ứng với thiết bị đầu cuối 106 được thể hiện trên FIG.1.

Cần hiểu thêm rằng, theo các phương án được thể hiện trong phần sau, thứ nhất, thứ hai, thứ ba, thứ tư, thứ năm, thứ sáu và thứ bảy chỉ được sử dụng để dễ phân biệt giữa các đối tượng khác nhau, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này, ví dụ, phân biệt giữa thông tin chỉ báo khác nhau và các trường chỉ báo khác nhau.

Không làm mất đi tính tổng quát, phần sau mô tả một cách chi tiết các phương án của sáng chế bằng cách sử dụng quy trình tương tác giữa một thiết bị đầu cuối và thiết bị mạng làm một ví dụ. Thiết bị đầu cuối có thể là thiết bị đầu cuối bất kỳ trong hệ thống truyền thông không dây và có mối quan hệ kết nối không dây với thiết bị mạng. Cần hiểu rằng thiết bị mạng có thể truyền thông với các thiết bị đầu cuối mà có mối quan hệ kết nối không dây với thiết bị mạng trong hệ thống truyền thông không dây dựa vào cùng giải pháp kỹ thuật. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

FIG.2 là lưu đồ sơ lược của phương pháp truyền thông 200 theo một phương án của sáng chế từ góc độ tương tác thiết bị. Như được thể hiện trên FIG.2, phương pháp 200 có thể bao gồm bước 210 đến bước 240.

Ở bước 210, thiết bị mạng gửi PMI và RI.

Tương ứng, ở bước 210, thiết bị đầu cuối nhận PMI và RI.

Cụ thể, PMI và RI có thể được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước trong bảng mã. RI có thể được sử dụng để biểu thị hạng, và PMI có thể được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước trong bảng mã tương ứng với RI. Theo phương án này của sáng chế, hạng (ví dụ, được ký hiệu là M) được biểu thị bởi RI có thể là số nguyên lớn hơn 1. Nói cách khác, bảng mã có thể là bảng mã thứ tự cao hơn.

Theo phương án này của sáng chế, PMI là một mẫu thông tin chỉ báo khả thi được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước, và PMI có thể còn được gọi là PMI truyền dẫn (Transmission PMI, TPMI). RI là một mẫu thông tin chỉ báo khả thi được sử dụng để

biểu thị hạng. Trong một số trường hợp, RI có thể còn được gọi là RI truyền dẫn (Transmission RI, TRI). Cần hiểu rằng PMI, RI, TPMI và TRI chỉ là các dạng cụ thể được sử dụng đối với thông tin chỉ báo, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Sáng chế này không loại trừ khả năng xác định thông tin chỉ báo khác trong giao thức tương lai để thực hiện chức năng giống hoặc tương tự nhau.

Ngoài ra, cần lưu ý thêm rằng thiết bị mạng có thể gửi một hoặc nhiều PMI đến thiết bị đầu cuối, và số lượng PMI không bị giới hạn ở sáng chế này. Trong phần sau, số lượng PMI được gửi bởi thiết bị mạng đến thiết bị đầu cuối và thông tin đã biểu thị được mô tả một cách chi tiết dựa vào cách cụ thể để biểu thị ma trận mã hóa trước.

Tùy chọn, trước bước 210, phương pháp này còn bao gồm bước 220: Thiết bị mạng xác định PMI và RI.

Theo một phương án thực hiện khả thi, thiết bị mạng có thể xác định PMI và RI dựa vào tín hiệu tham chiếu (ví dụ, SRS) đã nhận. Thiết bị mạng trước tiên có thể ước lượng ma trận kênh H dựa vào tín hiệu tham chiếu, và xác định hạng (rank) của ma trận kênh, nghĩa là, số lượng cột của ma trận mã hóa trước, sao cho bảng mã tương ứng với hạng có thể được xác định. Thiết bị mạng có thể còn xác định ma trận mã hóa trước từ bảng mã tương ứng với hạng này. Cần hiểu rằng các ma trận mã hóa trước có trong bảng mã tương ứng với hạng có thể được hiểu là tập hợp các ma trận mã hóa trước ứng viên. Thiết bị mạng có thể xác định, từ tập hợp các ma trận mã hóa trước ứng viên này, ma trận mã hóa trước (được biểu thị là ma trận mã hóa trước đích để dễ phân biệt và mô tả) được làm thích ứng với kênh hiện tại. Ví dụ, ma trận mã hóa trước đích được xác định bằng cách sử dụng mức độ lân cận giữa ma trận mã hóa trước ứng viên và ma trận mã hóa trước lý tưởng làm các metric. Ma trận mã hóa trước lý tưởng có thể là ma trận mã hóa trước được tính toán dựa vào ma trận kênh H .

Ví dụ, thiết bị mạng có thể xác định ma trận mã hóa trước đích theo cách phân tích giá trị suy biến (singular value decomposition, SVD). Cụ thể, sau khi đo và thu được ma trận kênh H dựa vào tín hiệu tham chiếu, thiết bị mạng có thể thực hiện SVD trên ma trận kênh H để thu được:

$$H = U \cdot S \cdot V^H,$$

trong đó U và V^H là các ma trận unita, S là ma trận đường chéo, các phần tử khác không (cụ thể là, các phần tử trên đường chéo) của ma trận đường chéo là các giá trị suy biến của ma trận kênh H , và các giá trị suy biến này thường có thể được bố trí theo thứ

tự giảm dần. Chuyển vị liên hợp V của ma trận unita bên phải V^H là ma trận mã hóa trước lý tưởng. Nói cách khác, ma trận mã hóa trước lý tưởng là ma trận mã hóa trước được tính toán dựa vào ma trận kênh H .

Thiết bị mạng có thể xác định mức độ lân cận giữa ma trận mã hóa trước ứng viên và ma trận mã hóa trước lý tưởng, trong đó mức độ lân cận này có thể được thể diễn dưới dạng, ví dụ, nhưng không bị giới hạn ở, khoảng cách giữa ma trận mã hóa trước ứng viên và ma trận mã hóa trước lý tưởng (ví dụ, nhưng không bị giới hạn ở khoảng cách Euclid). Thiết bị mạng có thể thực hiện quy trình nêu trên trên mỗi ma trận mã hóa trước ứng viên, để thu được mức độ lân cận giữa mỗi ma trận mã hóa trước ứng viên và ma trận mã hóa trước lý tưởng. Ma trận ứng viên với mức độ lân cận cao nhất có thể được chọn làm ma trận mã hóa trước đích, và ma trận mã hóa trước đích này là ma trận mã hóa trước được biểu thị bởi thiết bị mạng đối với thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng PMI và RI.

Cần hiểu rằng phương pháp để xác định ma trận mã hóa trước lý tưởng bằng cách thực hiện SVD trong ví dụ nêu trên chỉ là một phương án thực hiện khả thi, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với phương án này của sáng chế. Ví dụ, thiết bị mạng có thể còn xác định ma trận mã hóa trước lý tưởng bằng cách sử dụng thuật toán nhận chẳng hạn như sai số trung bình bình phương tối thiểu (minimum mean square error, MMSE), không cưỡng bức (zero-forcing, ZF), và kết hợp tỷ số tối đa (maximum ratio combining, MRC). Cần hiểu thêm rằng phương pháp để xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào khoảng cách Euclid trong ví dụ nêu trên chỉ là một phương án thực hiện khả thi, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ví dụ, thiết bị mạng có thể còn xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào việc tối đa hóa thông lượng, tối đa hóa SINR, hoặc tiêu chuẩn khác, để xác định PMI.

Cần hiểu thêm rằng phương pháp cụ thể để xác định ma trận kênh bởi thiết bị mạng dựa vào tín hiệu tham chiếu và xác định hạng và ma trận mã hóa trước dựa vào ma trận kênh có thể giống với phương pháp theo tình trạng kỹ thuật trước. Để ngắn gọn, phần mô tả chi tiết về quy trình cụ thể được lược bỏ ở đây. Ngoài ra, thiết bị mạng có thể còn xác định RI và PMI dựa vào trạng thái kênh, và biểu thị RI và PMI đối với thiết bị đầu cuối, và không xác định RI và PMI dựa vào tín hiệu tham chiếu. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Để hỗ trợ dạng truyền dẫn linh hoạt hơn, theo phương án này của sáng chế, bảng mã nêu trên có thể bao gồm ít nhất hai kiểu ma trận trong số ma trận mã hóa trước kiểu

thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba. Nói cách khác, bảng mã có thể được phân loại thành ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai theo kiểu này, hoặc có thể được phân loại thành ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba theo kiểu này, hoặc có thể được phân loại thành ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba theo kiểu này, hoặc có thể được phân loại thành ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba theo kiểu này. Mỗi kiểu ma trận mã hóa trước có thể tương ứng với một dạng truyền dẫn. Nói cách khác, bảng mã có thể hỗ trợ ít nhất hai dạng truyền dẫn.

Cụ thể, ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất có thể đáp ứng rằng: mỗi vectơ cột chỉ bao gồm một phần tử khác không, và các phần tử khác không ở hai vectơ cột bất kỳ trong mỗi ma trận mã hóa trước nằm ở các hàng khác nhau. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất này có thể được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối để thực hiện bước truyền nhất quán.

Ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai có thể đáp ứng rằng: ít nhất một vectơ cột bao gồm ít nhất một phần tử khác không và ít nhất hai phần tử khác không. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai này có thể được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối để thực hiện bước truyền nhất quán một phần.

Ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba có thể đáp ứng rằng: mỗi phần tử là phần tử khác không, và hai vectơ cột bất kỳ trong cùng ma trận trực giao với nhau. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba này có thể được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối để thực hiện bước truyền nhất quán.

Phần sau mô tả một cách chi tiết ba kiểu ma trận mã hóa trước được đề xuất theo sáng chế này dựa vào các ma trận mã hóa trước cụ thể.

Cần lưu ý rằng, chỉ để dễ hiểu, một số ma trận mã hóa trước có thể được thể hiện đối với mỗi kiểu ma trận mã hóa trước trong phần sau. Tuy nhiên, điều này không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ma trận mã hóa trước được đề xuất theo sáng chế này có thể đáp ứng ít nhất một trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê sau. Nói cách khác, ma trận bất kỳ mà đáp ứng ít nhất một trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê sau sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ được yêu cầu bởi sáng chế này.

Cần lưu ý thêm rằng, một hoặc nhiều ma trận mã hóa trước khả thi được thể hiện trong phần sau đối với mỗi kiểu ma trận mã hóa trước. Một số hoặc tất cả các ma trận mã hóa trước được liệt kê trong phần sau đối với ba kiểu ma trận mã hóa trước có thể

được lưu trữ trong bảng mã, nghĩa là, bảng mã có thể lưu trữ một số hoặc tất cả hai kiểu bất kỳ trong số ba kiểu ma trận mã hóa trước được liệt kê sau, hoặc có thể lưu trữ một số hoặc tất cả trong số ba kiểu ma trận mã hóa trước. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Cần lưu ý rằng cụm từ “đáp ứng ít nhất một trong số sau” không bị giới hạn ở “bao gồm ít nhất một trong số sau”, và có thể còn bao gồm “thu được thông qua phép biến đổi từ ít nhất một trong số sau”. Ở đây, thuật ngữ “phép biến đổi” có thể bao gồm nhưng không bị giới hạn ở bước biến đổi hàng và/hoặc cột và/hoặc xử lý chuẩn hóa.

Ví dụ, nếu giả sử rằng ma trận mã hóa trước đáp ứng W_0 , thì ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_0 , ma trận thu được sau khi bước xử lý chuẩn hóa được thực hiện trên W_0 và ma trận thu được sau khi bước biến đổi hàng và/hoặc cột được thực hiện trên ma trận thu được sau khi bước xử lý chuẩn hóa được thực hiện trên W_0 sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của việc “đáp ứng W_0 ” theo sáng chế này. Nghĩa là, ma trận mã hóa trước trong bảng mã có thể bao gồm ít nhất một trong số ma trận sau: W_0 , hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_0 , hoặc ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa trên W_0 hoặc ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa trên ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_0 .

Nói cách khác, W_0 có thể được hiểu là cấu trúc khả thi (hoặc dạng cơ sở) của ma trận mã hóa trước. Ma trận mã hóa trước thu được bằng cách thực hiện phép biến đổi chẳng hạn như xử lý chuẩn hóa trên cơ sở cấu trúc này cũng nằm trong phạm vi được mô tả của ma trận mã hóa trước được đề xuất theo phương án này của sáng chế, và cần hiểu rằng ma trận mã hóa trước đáp ứng mối quan hệ phương trình của W_0 . Trong phần mô tả cụ thể, thuật ngữ “cấu trúc” có thể được lược bỏ. Tuy nhiên, vì phép biến đổi được thực hiện trên ma trận mã hóa trước, chẳng hạn như xử lý chuẩn hóa và/hoặc biến đổi mối quan hệ hàng/cột không có tác động đáng kể đối với ứng dụng của ma trận mã hóa trước, ma trận mã hóa trước này thu được thông qua phép biến đổi chẳng hạn như xử lý chuẩn hóa và/hoặc biến đổi mối quan hệ hàng/cột trên ma trận mã hóa trước theo các phương án sau cũng nên được hiểu là nằm trong phạm vi được mô tả của ma trận mã hóa trước được đề xuất theo phương án này của sáng chế.

Trong quá trình xử lý chuẩn hóa, hệ số có thể được cấp phát cho mỗi phần tử dưới dạng cơ sở, sao cho tổng công suất tương ứng với các phần tử này nhỏ hơn hoặc bằng 1. Tùy chọn, bước xử lý chuẩn hóa bao gồm nhưng không bị giới hạn ở bước nhân dạng cơ sở với hệ số không đổi, để điều chỉnh công suất của mỗi tầng, hoặc công suất của mỗi

công ăngten hoặc công suất của mỗi dòng. Ví dụ, bước xử lý chuẩn hóa được thực hiện trên W_0 để thu được $\frac{1}{\sqrt{M \cdot N}} W_0'$. M là hạng, và N là số lượng công ăngten. Sau đó, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_0 có thể bao gồm ít nhất một trong số: ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_0 , hoặc $\frac{1}{\sqrt{M \cdot N}} W_0'$, hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với $\frac{1}{\sqrt{M \cdot N}} W_0'$. $\frac{1}{\sqrt{M \cdot N}}$ có thể được gọi là hệ số chuẩn hóa và có thể được sử dụng để điều chỉnh công suất của mỗi dòng. Hệ số chuẩn hóa có thể là hằng số lớn hơn 0.

Cần lưu ý thêm rằng, theo phương án này của sáng chế, nếu một ma trận mã hóa trước bao gồm các vectơ cột, thì có thể hiểu rằng một ma trận mã hóa trước có thể là ma trận thu được bằng cách phân chia các vectơ cột này dựa vào số lượng hàng định trước và số lượng cột định trước, hoặc có thể là ma trận thu được bằng cách thực hiện phép biến đổi hàng và/hoặc cột, dựa vào số lượng hàng định trước và số lượng cột định trước, trên ma trận thu được bằng cách phân chia các vectơ cột.

Phần sau mô tả một cách chi tiết ba kiểu ma trận mã hóa trước được đề xuất theo sáng chế này dựa vào các ma trận mã hóa trước cụ thể.

1. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất

(1) Hạng là 2.

Theo một thiết kế khả thi, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 2 (cụ thể là, dạng cơ sở của ma trận mã hóa trước được mô tả ở trên) có thể đáp ứng:

$$U_1^{21} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{21} .

Chỉ số dưới trong U_1^{21} thể hiện ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và chỉ số trên thể hiện cấu trúc thứ nhất của ma trận mã hóa trước có hạng là 2. Mỗi vectơ cột chỉ bao gồm một phần tử khác không, và các phần tử khác không trong hai vectơ cột nằm ở các hàng khác nhau.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{21} có thể bao gồm:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{21} chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{21} khác với các ví dụ nêu trên.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 2 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_1 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 .

$\frac{1}{2}$ là hệ số chuẩn hóa, hoặc được gọi là hệ số không đổi. Ma trận mã hóa trước là ma trận có bốn hàng và hai cột, nghĩa là, ma trận mã hóa trước bốn cổng ăngten có hạng là 2. Để đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten, tổng công suất truyền có thể được cấp phát đồng đều cho mỗi cổng ăngten, sao cho yêu cầu đối với bộ khuếch đại công suất của thiết bị đầu cuối có thể được giảm. Bước xử lý chuẩn hóa có nghĩa là $\frac{1}{4}$ của tổng công suất truyền có thể được cấp phát cho mỗi trong số bốn cổng ăngten. Nghĩa là $\frac{1}{4}$ công suất có thể được cấp phát cho mỗi vectơ hàng trong ma trận mã hóa trước, và do đó hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{4}}$, cụ thể là, $\frac{1}{2}$ có thể thu được. Do đó, W_1 và ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 có thể được xem là các ma trận mã hóa trước đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten, và $\frac{1}{2}$ có thể được xem là hệ số

chuẩn hóa đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 có thể bao gồm:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng W_1 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 khác với các ví dụ nêu trên.

Để dễ phân biệt và mô tả, W_1 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 có thể được gọi là các ma trận mã hóa trước kiểu A (Type A). Cần hiểu rằng ma trận mã hóa trước kiểu A có thể được hiểu là kiểu con của ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và ma trận mã hóa trước kiểu A có thể được thiết kế dựa vào sự cấp phát cân bằng công suất giữa các cổng ăngten.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 2 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_2 .

$\frac{1}{\sqrt{2}}$ là hệ số chuẩn hóa. Để đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng, tổng công suất truyền có thể được cấp phát đồng đều cho mỗi dòng này. Do đó, công suất truyền có thể được sử dụng hoàn toàn để đảm bảo chất lượng tín hiệu. Bước xử lý chuẩn hóa có nghĩa là $\frac{1}{4}$ của tổng công suất truyền có thể được cấp phát cho mỗi cổng ăngten.

Tuy nhiên, vì mỗi vectơ cột trong ma trận mã hóa trước chỉ bao gồm một phần tử khác không, nghĩa là, mỗi tầng truyền tín hiệu bằng cách chỉ sử dụng một cổng ăngten (cụ thể là, hàng bao gồm phần tử khác không), công suất được cấp phát cho cổng ăngten khác

(cụ thể là, hàng không bao gồm phần tử khác không) có thể được sử dụng bởi cổng ăngten có tín hiệu truyền (cụ thể là, hàng bao gồm phần tử khác không). Nghĩa là, công suất của mỗi cổng ăngten có thể được cải thiện, và công suất truyền của mỗi cổng ăngten có thể được tăng từ $\frac{1}{4}$ lên $\frac{1}{2}$ và do đó hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{2}}$ có thể thu được. Do đó, W_2 và ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_2 có thể được xem là các ma trận mã hóa trước đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng (cụ thể là, các dòng tín hiệu), và $\frac{1}{\sqrt{2}}$ có thể được xem là hệ số chuẩn hóa đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_2 có thể bao gồm:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng W_2 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_2 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_2 khác với các ví dụ nêu trên.

Để dễ phân biệt và mô tả, W_2 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_2 có thể được gọi là các ma trận mã hóa trước kiểu B (Type B). Cần hiểu rằng ma trận mã hóa trước kiểu B có thể được hiểu là kiểu con khác của ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và ma trận mã hóa trước kiểu B có thể được thiết kế dựa vào sự cấp phát cân bằng công suất giữa các dòng tín hiệu.

Cần hiểu rằng W_1 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 , W_2 và các ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_2 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể còn bao gồm ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa khác đối với U_1^{21} , hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa đối với U_1^{21} .

Theo một thiết kế khả thi khác, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể đáp ứng:

$$U_1^{22} = \begin{bmatrix} \beta_1 & 0 \\ 0 & \beta_2 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{22} .

Chỉ số dưới trong U_1^{22} thể hiện ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và chỉ số trên thể hiện cấu trúc thứ hai của ma trận mã hóa trước có hạng là 2. Mỗi vectơ cột chỉ bao gồm một phần tử khác không, và các phần tử khác không trong hai vectơ cột nằm ở các hàng khác nhau. Theo thiết kế này, công suất được cấp phát cho mỗi cổng ăngten hoặc mỗi dòng có thể không được cân bằng.

Tùy chọn, β_1 and β_2 đáp ứng $\beta_1^2 + \beta_2^2 \leq 1$.

Ví dụ, giá trị lớn nhất $\beta_{\max}$ có thể được đưa ra, $\beta_{\max} > 0$, $\beta_1 \in [0, \beta_{\max}]$, and $\beta_2 \in [0, \beta_{\max}]$.

Cần hiểu rằng các giá trị của β_1 và β_2 có thể giống nhau hoặc có thể khác nhau. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{22} có thể bao gồm:

$$\begin{bmatrix} \beta_1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \beta_1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_1 & 0 \\ 0 & \beta_2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \beta_1 & 0 \\ 0 & \beta_2 \end{bmatrix}.$$

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_3 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \gamma \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \gamma \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \gamma \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & \gamma \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \gamma \end{bmatrix},$$

$$\text{hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & \gamma \end{bmatrix}.$$

Điều này tương đương với $\beta_1=1/2$ và $\beta_2=1/2\gamma$ trong U_1^{22} được thể hiện ở trên, trong đó $\gamma \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$.

Cần hiểu rằng các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ nêu trên và khác với các ví dụ nêu trên.

Ngoài ra, ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể còn bao gồm ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa khác trên U_1^{22} , hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa trên U_1^{22} .

Để dễ phân biệt và mô tả, W_3 và các ma trận được liệt kê ở trên có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_3 có thể được gọi là các ma trận mã hóa trước kiểu C (Type C). Cần hiểu rằng ma trận mã hóa trước kiểu C có thể được hiểu là kiểu con khác nữa của ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất.

(2) Hạng là 3.

Theo một thiết kế khả thi, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể đáp ứng:

$$U_1^{31} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{31} .

Chỉ số dưới trong U_1^{31} thể hiện ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và chỉ số trên thể hiện cấu trúc thứ nhất của ma trận mã hóa trước có hạng là 3. Mỗi vectơ cột chỉ bao gồm một phần tử khác không, và các phần tử khác không trong hai vectơ cột nằm ở các hàng khác nhau.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{31} có thể bao gồm:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{31} chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{31} khác với các ví dụ nêu trên.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_4 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 .

$\frac{1}{2}$ là hệ số chuẩn hóa. Ma trận mã hóa trước là ma trận gồm bốn hàng và ba cột, nghĩa là, ma trận mã hóa trước bốn cổng ăngten có hạng là 3. Để đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten, tổng công suất truyền có thể được cấp phát đồng đều cho mỗi cổng ăngten. Bước xử lý chuẩn hóa có nghĩa là $\frac{1}{4}$ của tổng công suất truyền có thể được cấp phát cho mỗi cổng ăngten, và do đó hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{2}$ có thể thu được. Do đó, W_4 và ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 có thể được xem là các ma trận mã hóa trước đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten, và $\frac{1}{2}$ có thể được xem là hệ số chuẩn hóa đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 có thể bao gồm:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng W_4 và các ma trận được liệt kê ở trên có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 khác với các ví dụ nêu trên.

Để dễ hiểu và mô tả, W_4 và các ma trận được liệt kê ở trên có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 có thể được gọi là các ma trận mã hóa trước kiểu A (Type A). Cần hiểu rằng ma trận mã hóa trước kiểu A có thể được hiểu là kiểu con của ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất. Ma trận mã hóa trước kiểu A có thể được thiết kế dựa vào sự cấp phát cân bằng công suất giữa các cổng ăngten.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_5 = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_5 .

$\frac{1}{\sqrt{3}}$ là hệ số chuẩn hóa. Để đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng, tổng công suất truyền có thể được cấp phát đồng đều cho mỗi dòng này. Trong quá trình xử lý chuẩn hóa, giả sử rằng tổng công suất truyền ở mỗi tầng là 1, và $\frac{1}{4}$ công suất có thể được cấp phát cho mỗi cổng ăngten. Tuy nhiên, vì mỗi vectơ cột trong ma trận mã hóa trước chỉ bao gồm một phần tử khác không, nghĩa là, mỗi tầng truyền tín hiệu bằng cách chỉ sử dụng một cổng ăngten (cụ thể là, hàng bao gồm phần tử khác không), công suất được cấp phát cho cổng ăngten khác (cụ thể là, hàng không bao gồm phần tử khác không) có thể được sử dụng bởi cổng ăngten có tín hiệu truyền (cụ thể là, hàng bao gồm phần tử khác không). Nghĩa là, công suất của mỗi cổng ăngten có thể được cải thiện, và công suất truyền của mỗi cổng ăngten có thể được tăng từ $\frac{1}{4}$ lên $\frac{1}{3}$, và do đó hệ số chuẩn hóa

$\frac{1}{\sqrt{3}}$ có thể thu được. Do đó, W_5 và ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_5 có thể được xem là các ma trận mã hóa trước đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng, và $\frac{1}{\sqrt{3}}$ có thể được xem là hệ số chuẩn hóa đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_5 có thể bao gồm:

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng W_5 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_5 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_5 khác với các ví dụ nêu trên.

Để dễ phân biệt và mô tả, W_5 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_5 có thể được gọi là các ma trận mã hóa trước kiểu B (Type B). Cần hiểu rằng ma trận mã hóa trước kiểu B có thể được hiểu là kiểu con khác của ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất. Ma trận mã hóa trước kiểu B có thể được thiết kế dựa vào sự cấp phát cân bằng công suất giữa các dòng tín hiệu.

Cần hiểu rằng W_4 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 , W_5 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_5 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể còn bao gồm ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa khác trên U_1^{31} , hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa trên U_1^{31} .

Theo một thiết kế khả thi khác, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể đáp ứng:

$$U_1^{32} = \begin{bmatrix} \beta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_3 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{32} .

Chỉ số dưới trong U_1^{32} thể hiện ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và chỉ số trên thể hiện cấu trúc thứ hai của ma trận mã hóa trước có hạng là 3. Mỗi vectơ cột chỉ bao gồm một phần tử khác không, và các phần tử khác không trong hai vectơ cột nằm ở các hàng khác nhau. Tùy chọn, β_1, β_2 and β_3 đáp ứng $\beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 \leq 1$, trong đó $\beta_1 \in [0, 1]$, $\beta_2 \in [0, 1]$ và $\beta_3 \in [0, 1]$. Theo phương án này của sáng chế, các giá trị β_1, β_2 và β_3 có thể được xác định trong giao thức, và có thể giống hoặc khác nhau đối với các ma trận mã hóa trước khác nhau hoặc các cấu trúc khác nhau của các ma trận mã hóa trước này. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này. Theo thiết kế này, công suất được cấp phát cho mỗi cổng ăngten hoặc mỗi dòng có thể không được cân bằng.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{32} có thể bao gồm:

$$\begin{bmatrix} \beta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_3 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \beta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_3 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \beta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_3 \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{32} chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^{32} khác với các ví dụ nêu trên.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_6 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_1 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_1 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_1 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_2 \end{bmatrix}.$$

Điều này tương đương với $\beta_1=1/2$, $\beta_2=1/2 \gamma_1$, và $\beta_3=1/2 \gamma_2$ trong U_1^{32} được thể hiện ở trên, trong đó $\gamma_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, và $\gamma_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$. Theo phương án này của sáng chế, γ_1 và γ_2 có thể được xác định trong giao thức, và các giá trị γ_1 và γ_2 có thể giống hoặc khác nhau đối với các ma trận mã hóa trước khác nhau hoặc các cấu trúc khác nhau của các ma trận mã hóa trước. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Cần hiểu rằng các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ nêu trên và khác với các ví dụ nêu trên.

Ngoài ra, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể còn bao gồm ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa khác trên U_1^{32} , hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa trên U_1^{32} .

Để dễ phân biệt và mô tả, W_6 và các ma trận được liệt kê ở trên có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_6 có thể được gọi là các ma trận mã hóa trước kiểu C (Type C). Cần hiểu rằng ma trận mã hóa trước kiểu C có thể được hiểu là kiểu con khác nữa của ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất.

(3) Hạng là 4.

Theo một thiết kế khả thi, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể đáp ứng:

$$U_1^4 = \begin{bmatrix} \beta_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \beta_4 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_1^4 .

Chỉ số dưới trong U_1^4 thể hiện ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và chỉ số trên thể hiện cấu trúc thứ nhất của ma trận mã hóa trước có hạng là 3. Mỗi vectơ cột chỉ bao gồm một phần tử khác không, và các phần tử khác không trong hai vectơ cột nằm ở các

hàng khác nhau. Tùy chọn, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$, và β_4 đáp ứng $\beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 + \beta_4^2 \leq 1$, trong đó $\beta_1 \in [0, 1]$, $\beta_2 \in [0, 1]$, $\beta_3 \in [0, 1]$, và $\beta_4 \in [0, 1]$. Theo phương án này của sáng chế, các giá trị $\beta_1, \beta_2, \beta_3$, và β_4 có thể được xác định trong giao thức, và có thể giống hoặc khác nhau đối với các ma trận mã hóa trước khác nhau hoặc các cấu trúc khác nhau của các ma trận mã hóa trước. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này. Theo thiết kế này, công suất được cấp phát cho mỗi cổng ăngten hoặc mỗi dòng có thể không được cân bằng.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_7 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \gamma_3 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_7 .

Điều này tương đương với $\beta_1=1/2$, $\beta_2=1/2 \gamma_1$, $\beta_3=1/2 \gamma_2$, và $\beta_4=1/2 \gamma_3$ trong U_1^{32} được thể hiện ở trên, trong đó $\gamma_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, $\gamma_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, và $\gamma_3 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$. Theo phương án này của sáng chế, γ_1, γ_2 , và γ_3 có thể được xác định trong giao thức, và các giá trị γ_1, γ_2 , và γ_3 có thể giống hoặc khác nhau đối với các ma trận mã hóa trước khác nhau hoặc các cấu trúc khác nhau của các ma trận mã hóa trước. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Cần hiểu rằng các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ nêu trên khác với các ví dụ nêu trên.

Ngoài ra, ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể còn bao gồm ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa khác trên U_1^4 , hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ma trận thu được bằng cách thực hiện bước xử lý chuẩn hóa trên U_1^4 .

Cần lưu ý rằng, trong giao thức hiện nay, ví dụ, trong giao thức LTE, một số ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 4 có thể hỗ trợ bước truyền không nhất quán. Do đó, các ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất trong bảng mã có hạng là 4 có thể bao

gồm một số hoặc tất cả các ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 4 trong giao thức LTE, hoặc có thể bao gồm một số hoặc tất cả các ma trận mã hóa trước có hạng là 4 được đề xuất theo sáng chế này hoặc có thể bao gồm một số hoặc tất cả các sự kết hợp của hai dạng nêu trên. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Ngoài ra, trong giao thức hiện nay, ví dụ, trong giao thức LTE, bảng mã có hạng là 1 có thể hỗ trợ bước truyền không nhất quán. Do đó, các ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất trong bảng mã có hạng là 1 có thể bao gồm một số hoặc tất cả các ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 1 trong giao thức LTE. Để ngắn gọn, từng ví dụ một không được liệt kê ở đây.

Dựa vào thiết kế nêu trên, bảng mã có thể hỗ trợ bước truyền không nhất quán bốn cổng ăngten với số lượng tầng bất kỳ nằm trong khoảng [1, 4], cải thiện đáng kể tính linh hoạt truyền dẫn. Ngoài ra, các yêu cầu khác nhau chẳng hạn như sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten hoặc sự cân bằng công suất giữa các dòng có thể được đáp ứng. Ngoài ra, dựa vào bước truyền không nhất quán, ở cùng tài nguyên thời gian-tần số, cùng thiết bị đầu cuối có thể gửi các dòng tín hiệu khác nhau vào các cổng ăngten khác nhau, hoặc gửi các tín hiệu đến các thiết bị mạng khác nhau vào các cổng ăngten khác nhau, nhờ đó cải thiện việc sử dụng tài nguyên.

Cần lưu ý rằng kiểu A, kiểu B và kiểu C được liệt kê ở trên có thể được hiểu là các kiểu con của ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và kiểu A, kiểu B và kiểu C có thể được thiết kế riêng biệt dựa vào các cách cấp phát công suất khác nhau. Ngoài ra, đối với các hạng khác nhau, một hoặc nhiều ma trận mã hóa trước khả thi của kiểu A, kiểu B và kiểu C được liệt kê riêng biệt ở trên. Ít nhất một trong số ma trận kiểu A, kiểu B và kiểu C có thể được lưu trữ trong bảng mã, và báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để biểu thị kiểu của ma trận mã hóa trước khả dụng.

2. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai

(1) Hạng là 3.

Theo một thiết kế khả thi, cấu trúc U_2^3 của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể đáp ứng:

$$U_2^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$U_2^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & -\varphi_2 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & -\varphi_2 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$U_2^3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & \varphi_1 & 0 \\ \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & \varphi_1 & 0 \\ \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$U_2^3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -\varphi_1 & 0 \\ \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -\varphi_1 & 0 \\ \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}.$$

Chỉ số dưới trong U_2^3 thể hiện ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, và chỉ số trên biểu diễn hạng là 3. Mỗi vectơ cột chỉ bao gồm ít nhất hai phần tử khác không và ít nhất một phần tử không.

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$, $\varphi_2 \in \{1, -1, j, -j\}$, và j là đơn vị ảo.

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, $\varphi_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$.

Cần lưu ý rằng, theo sáng chế này, hai khoảng giá trị khả thi của φ_1 và φ_2 được đề xuất theo sáng chế này, và các giá trị φ_1 và φ_2 có thể là ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng bất kể khoảng giá trị nào của φ_1 và φ_2 được sử dụng, đều không có nghĩa là các giá trị φ_1 và φ_2 cần đi qua toàn bộ các khoảng giá trị được đề xuất ở trên. $\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$ được sử dụng làm một ví dụ, $\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$ có thể được hiểu là $\varphi_1 \in A$, và A là $\{1, -1, j, -j\}$ hoặc tập con $\{1, -1, j, -j\}$. Nghĩa là, φ_1 có thể đáp ứng $\varphi_1 \in \{1, -1\}$, hoặc $\varphi_1 \in \{j, -j\}$, hoặc $\varphi_1 \in \{1, j\}$, hoặc $\varphi_1 \in \{-1, -j\}$, hoặc khoảng giá trị tương tự. Để ngắn gọn, từng ví dụ một không được liệt kê ở đây. Tương tự, đối với giá trị φ_2 , dựa vào phần mô tả có liên quan nêu trên. Để ngắn gọn, trường hợp giống hoặc tương tự nhau không được mô tả bên dưới.

Theo phương án này của sáng chế, các giá trị của φ_1 và φ_2 có thể được xác định trong giao thức, và có thể giống hoặc khác nhau đối với các ma trận mã hóa trước khác nhau hoặc các cấu trúc khác nhau của các ma trận mã hóa trước. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Để hỗ trợ bước truyền nhất quán một phần, cần đảm bảo rằng ít nhất hai cổng ăngten có thể thực hiện bước truyền nhất quán, và có ít nhất hai nhóm cổng ăngten không nhất quán. Nói cách khác, đảm bảo được rằng mỗi nhóm bao gồm ít nhất hai cổng ăngten, các cổng ăngten trong mỗi nhóm có thể thực hiện bước truyền nhất quán, và các cổng ăngten trong các nhóm khác nhau độc lập với nhau. Do đó, các cổng ăngten có thể được nhóm thành ít nhất hai nhóm, và mỗi nhóm này bao gồm ít nhất hai cổng ăngten. Đối với bốn cổng ăngten, các cổng ăngten này có thể được nhóm theo các số cổng để thu được, ví dụ, $\{1, 3\}$ và $\{2, 4\}$, hoặc $\{1, 2\}$ và $\{3, 4\}$, hoặc $\{1, 4\}$ và $\{2, 3\}$.

Nếu số hàng của mỗi hàng trong ma trận mã hóa trước tương ứng với số cổng của cổng ăngten, thì U_2^3 thể hiện một ví dụ về bước nhóm dựa vào các số cổng $\{1, 3\}$ và $\{2, 4\}$. Cần hiểu rằng các cổng ăngten trong cùng nhóm tương ứng với cùng tầng, nghĩa là, các cổng ăngten mà có các phần tử khác không nằm ở cùng vectơ cột ở trong một nhóm. Như được thể hiện trong U_2^3 , các phần tử khác không ở hàng thứ nhất và hàng thứ ba nằm ở cả cột thứ nhất và cột thứ ba, và có thể được xem là chúng thuộc về một nhóm cổng ăngten (ví dụ, được ký hiệu là nhóm cổng ăngten #1); và các phần tử khác không ở hàng thứ hai và hàng thứ tư nằm ở cột thứ hai, và có thể được xem là chúng thuộc về

nhóm cổng ăngten khác (ví dụ, được ký hiệu là nhóm cổng ăngten #2).

Giả sử rằng $\varphi_1 = \varphi_2$, φ_1 và $\varphi_2 \in \{1, -1, j, -j\}$ được thay thế riêng biệt, và U_2^3 và ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_2^3 có thể bao gồm:

$$\varphi_2=1, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix};$$

$$\varphi_1=\varphi_2=-1, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$\varphi_1=\varphi_2=j, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ j & 0 & -j \\ 0 & j & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ j & 0 & -j \\ 0 & -j & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & j & 0 \\ j & 0 & -j \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -j & 0 \\ j & 0 & -j \end{bmatrix};$$

$$\varphi_1=\varphi_2=-j, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -j & 0 & j \\ 0 & -j & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -j & 0 & j \\ 0 & j & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -j & 0 \\ -j & 0 & j \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & j & 0 \\ -j & 0 & j \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng các ma trận được liệt kê ở trên có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_2^3 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_2^3 khác với các ví dụ nêu trên.

Tùy chọn, cấu trúc U_2^3 của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$U_2^3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$U_2^3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \varphi_1 & -\varphi_1 & 0 \\ 0 & 0 & \varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \varphi_1 & -\varphi_1 & 0 \\ 0 & 0 & \varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$U_2^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ \varphi_2 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_1 & -\varphi_1 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ \varphi_2 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_1 & -\varphi_1 \end{bmatrix}.$$

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$, $\varphi_2 \in \{1, -1, j, -j\}$, và j là đơn vị ảo.

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, $\varphi_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$.

Theo phương án này của sáng chế, các giá trị φ_1 và φ_2 có thể được xác định trong giao thức, và có thể giống hoặc khác nhau đối với các ma trận mã hóa trước khác nhau hoặc các cấu trúc khác nhau của các ma trận mã hóa trước. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Tùy chọn, cấu trúc U_2^3 của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 bao gồm ít nhất một trong số:

$$U_2^3 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_2 & 0 \\ \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_2 & 0 \\ \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \\ \theta_1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \\ \theta_1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & \theta_2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & \theta_2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & \theta_2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \\ \theta_1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & \theta_2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \\ \theta_1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & \theta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \\ 1 & 0 & 0 \\ \theta_1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với}$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & \theta_2 & 0 \\ 0 & 0 & \theta_3 \\ 1 & 0 & 0 \\ \theta_1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

$\theta_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, $\theta_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, và $\theta_3 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$. Theo phương án này của sáng chế, các giá trị θ_1 và θ_2 có thể được xác định trong giao thức, và có thể giống hoặc khác nhau đối với các ma trận mã hóa trước khác nhau hoặc các cấu trúc khác nhau của các ma trận mã hóa trước. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_8 = \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_8 .

Có thể còn biết được từ U_2^3 rằng, nhóm cổng ăngten #1 có thể được sử dụng để gửi các tín hiệu của hai tầng, nghĩa là, hai dòng, và nhóm cổng ăngten #2 có thể được sử dụng để gửi tín hiệu của một tầng, nghĩa là, một dòng. Để đảm bảo sự cân bằng công suất giữa các dòng khác nhau, hệ số chuẩn hóa có thể thu được thông qua bước xử lý

chuẩn hóa. Giả sử rằng tổng công suất truyền là 1, và $\frac{1}{3}$ công suất có thể được cấp phát cho mỗi trong số ba tầng. Nghĩa là, $\frac{1}{3}$ công suất có thể được cấp phát cho mỗi véctor hàng trong ma trận mã hóa trước. Vì bước truyền nhất quán có thể được thực hiện trên dòng tín hiệu của mỗi tầng thông qua hai cổng ăngten, $\frac{1}{6}$ công suất có thể còn được cấp phát cho mỗi trong số hai cổng ăngten tương ứng với mỗi tầng, và hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{6}}$ có thể thu được. Do đó, W_8 và ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_8 có thể được xem là các ma trận mã hóa trước đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng, và $\frac{1}{\sqrt{6}}$ có thể được xem là hệ số chuẩn hóa đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng.

Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_8 có thể bao gồm:

$$\frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & -\varphi_2 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & \varphi_1 & 0 \\ \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc } \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -\varphi_1 & 0 \\ \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng W_8 và các ma trận được liệt kê ở trên có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_8 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_8 khác với các ví dụ nêu trên.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_9 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \end{bmatrix} H_1, \text{ hoặc}$$

ma trận có mỗi quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_9 .

H_1 là ma trận hệ số, hoặc H_1 là ma trận hệ số chuẩn hóa, nghĩa là, ma trận bao gồm các hệ số chuẩn hóa, và có thể được sử dụng để điều chỉnh công suất của mỗi cổng

ăngten hoặc dòng.

$$\text{Tùy chọn, } H_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{8}} \end{bmatrix} \text{ hoặc } H_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} \\ \frac{1}{4} \\ \frac{1}{\sqrt{8}} \end{bmatrix}.$$

Để cân bằng công suất của mỗi cổng ăngten trong cùng nhóm cổng ăngten, công suất được cấp phát cho mỗi cổng ăngten có thể được điều chỉnh bằng cách sử dụng ma trận hệ số chuẩn hóa. Ví dụ, sau khi bình phương của mỗi hệ số trong H_1 được thay thế vào công thức nêu trên, thì tổng công suất thu được của tất cả các cổng ăngten nhỏ hơn 1, và công suất được cấp phát cho các cổng ăngten trong mỗi nhóm cổng ăngten là giống nhau.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_{10} = H_2 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 \\ 0 & \varphi_2 & 0 \end{bmatrix},$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_{10} .

H_2 là ma trận hệ số, hoặc H_2 là ma trận hệ số chuẩn hóa, nghĩa là, ma trận bao gồm các hệ số chuẩn hóa, và có thể được sử dụng để điều chỉnh công suất của mỗi cổng ăngten hoặc dòng.

$$\text{Tùy chọn, } H_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{8}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{4} \end{bmatrix} \text{ hoặc } H_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{4} & \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{4} \end{bmatrix}.$$

Để cân bằng công suất của mỗi cổng ăngten trong cùng nhóm cổng ăngten, công suất được cấp phát cho mỗi cổng ăngten có thể được điều chỉnh bằng cách sử dụng ma trận hệ số chuẩn hóa. Ví dụ, sau khi bình phương của mỗi hệ số trong H_2 được thay thế

vào công thức nêu trên, thì tổng công suất thu được của tất cả các cổng ăngten nhỏ hơn 1, và công suất được cấp phát cho các cổng ăngten trong mỗi nhóm cổng ăngten là giống nhau.

Cần hiểu rằng các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên có hạng là 3 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể bao gồm ma trận thu được sau khi cấu trúc U_2^3 của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 được biến đổi (chẳng hạn như bước xử lý chuẩn hóa và/hoặc biến đổi hàng và/hoặc cột), hoặc ma trận khác với các ví dụ nêu trên và thu được sau khi ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với một trong số cấu trúc U_2^3 bất kỳ của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 được biến đổi.

(2) Hạng là 4.

Theo một thiết kế khả thi, cấu trúc U_2^4 của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể đáp ứng:

$$U_2^4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 & 0 \\ 0 & \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột}$$

$$\text{với } \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 & 0 \\ 0 & \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

$$U_2^4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ \varphi_1 & -\varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \varphi_2 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột}$$

$$\text{với } \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ \varphi_1 & -\varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \varphi_2 & -\varphi_2 \end{bmatrix}.$$

Chỉ số dưới trong U_2^4 thể hiện ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, và chỉ số trên thể hiện hạng là 4. Mỗi vectơ cột chỉ bao gồm ít nhất hai phần tử khác không và ít nhất

một phần tử không.

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$, $\varphi_2 \in \{1, -1, j, -j\}$, và j là đơn vị ảo.

Tùy chọn, $\varphi_1 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$, $\varphi_2 \in \{1, \sqrt{1/2}, \sqrt{1/4}, \sqrt{1/8}, \sqrt{1/16}\}$.

Theo phương án này của sáng chế, các giá trị φ_1 và φ_2 có thể được xác định trong giao thức, và có thể giống hoặc khác nhau đối với các ma trận mã hóa trước khác nhau hoặc các cấu trúc khác nhau của các ma trận mã hóa trước. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Nếu số hàng của mỗi hàng trong ma trận mã hóa trước tương ứng với số cổng của cổng ăngten, thì U_2^4 thể hiện một ví dụ về bước nhóm dựa vào các số cổng $\{1, 3\}$ và $\{2, 4\}$. Cần hiểu rằng các cổng ăngten trong cùng nhóm tương ứng với cùng tầng, nghĩa là, các cổng ăngten có các phần tử khác không nằm ở cùng vectơ cột ở một nhóm. Như được thể hiện trong U_2^4 , các phần tử khác không ở hàng thứ nhất và hàng thứ ba nằm ở cả cột thứ nhất và cột thứ ba, và có thể được xem là chúng thuộc về một nhóm cổng ăngten (ví dụ, được ký hiệu là nhóm cổng ăngten #3); và các phần tử khác không ở hàng thứ hai và hàng thứ tư nằm ở cột thứ hai, và có thể được xem là chúng thuộc về nhóm cổng ăngten khác (ví dụ, được ký hiệu là nhóm cổng ăngten #4).

Giả sử rằng $\varphi_1 = \varphi_2$, các giá trị $\{1, -1, j, -j\}$ của φ_1 và φ_2 được thay thế riêng biệt để thu được U_2^4 có thể bao gồm:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ j & 0 & -j & 0 \\ 0 & j & 0 & -j \end{bmatrix}, \text{ và } \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ -j & 0 & j & 0 \\ 0 & -j & 0 & j \end{bmatrix}.$$

Cần hiểu rằng các cấu trúc được liệt kê ở trên của các ma trận mã hóa trước có hạng là 4 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_2^4 khác với các ví dụ nêu trên.

Tùy chọn, ma trận mã hóa trước có hạng là 4 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$W_{11} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 & 0 \\ 0 & \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_{11} .

Có thể còn biết được từ U_2^4 rằng, nhóm cổng ăngten #3 có thể được sử dụng để gửi các tín hiệu của hai tầng, nghĩa là, hai dòng, và nhóm cổng ăngten #4 có thể được sử dụng để gửi các tín hiệu của hai tầng, nghĩa là, hai dòng. Để đảm bảo sự cân bằng công suất giữa các dòng khác nhau, hệ số chuẩn hóa có thể thu được thông qua bước xử lý chuẩn hóa. Giả sử rằng tổng công suất truyền là 1, và $\frac{1}{4}$ -công suất có thể được cấp phát cho mỗi trong số bốn tầng. Nghĩa là, $\frac{1}{4}$ công suất có thể được cấp phát cho mỗi vectơ hàng trong ma trận mã hóa trước. Vì bước truyền nhất quán có thể được thực hiện đối với dòng tín hiệu của mỗi tầng thông qua hai cổng ăngten, nên $\frac{1}{8}$ công suất có thể còn được cấp phát cho hai cổng ăngten tương ứng với mỗi tầng, và hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{8}}$ có thể thu được. Do đó, W_{11} và ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_{11} có thể được xem là các ma trận mã hóa trước đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng, và $\frac{1}{\sqrt{8}}$ có thể được xem là hệ số chuẩn hóa đáp ứng sự cân bằng công suất giữa các dòng này.

Dựa vào thiết kế nêu trên, bảng mã có thể hỗ trợ bước truyền nhất quán một phần bốn cổng ăngten với số lượng tầng bất kỳ nằm trong khoảng $[1, 4]$, cải thiện đáng kể tính linh hoạt truyền dẫn. Ngoài ra, các yêu cầu khác nhau chẳng hạn như sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten hoặc sự cân bằng công suất giữa các dòng có thể được đáp ứng. Ngoài ra, dựa vào bước truyền nhất quán một phần, trên cùng tài nguyên thời gian-tần số, một thiết bị đầu cuối có thể gửi các dòng tín hiệu khác nhau dựa vào các nhóm cổng ăngten khác nhau, hoặc gửi các tín hiệu đến các thiết bị mạng khác nhau dựa vào các nhóm cổng ăngten khác nhau, và có thể còn thực hiện bước truyền nhất quán dựa vào các ăngten trong cùng nhóm cổng ăngten, để cải thiện chất lượng tín hiệu.

Cần hiểu rằng các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên có hạng là 4 chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma

trận mã hóa trước kiểu thứ hai, ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể bao gồm ma trận thu được sau khi cấu trúc U_2^4 của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 được biến đổi (chẳng hạn như bước xử lý chuẩn hóa và/hoặc biến đổi hàng và/hoặc cột), hoặc ma trận khác với các ví dụ nêu trên và thu được sau khi ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ma trận bất kỳ trong số cấu trúc U_2^4 của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 được biến đổi.

3. Ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba

Mỗi phần tử trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba là phần tử khác không, và hai vectơ cột bất kỳ trực giao với nhau.

Nghĩa là, ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba không bao gồm phần tử không.

Cần lưu ý rằng, hai vectơ cột trực giao với nhau có nghĩa là tích số của chuyển vị liên hợp của một vectơ cột trong một ma trận mã hóa trước và vectơ cột khác trong cùng ma trận mã hóa trước bằng không. Hai vectơ cột bất kỳ trực giao với nhau, nghĩa là, kết quả tích số bằng không có thể thu được bằng cách thực hiện bước nêu trên đối với hai vectơ cột bất kỳ trong ma trận mã hóa trước.

Theo một thiết kế khả thi, tùy chọn, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$U_3^4 = \begin{bmatrix} b_{k_1} & b_{k_1} & b_{k_1+x_1O} & b_{k_1+x_1O} \\ \alpha b_{k_2} & -\alpha b_{k_2} & \alpha b_{k_2+x_2O} & -\alpha b_{k_2+x_2O} \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^4 .

$\alpha \in \{1, -1, j, -j\}$, j là đơn vị ảo, b_{k_1} , b_{k_2} , $b_{k_1+x_1O}$, và $b_{k_2+x_2O}$ là các vectơ biến đổi

Fourier rời rạc (DFT) và đáp ứng $b_i = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi i}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}$, $i = \{k_1, k_2, k_1+x_1O, k_2+x_2O\}$,

$0 \leq i \leq \frac{N}{2} \cdot O - 1$, i là số nguyên, N là số lượng công ăngten, và $N=4$. Đối với bảng mã với bốn công ăngten, giá trị của O có thể là 2, và khi $O=2$, $x_1 \in \{0, 1\}$, và $x_2 \in \{0, 1\}$.

$i = \{k_1, k_2, k_1+x_1O, k_2+x_2O\}$ biểu thị rằng i có thể là k_1 , k_2 , k_1+x_1O , hoặc k_2+x_2O . Ví

dụ, $b_{k_1} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi k_1}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}$, $b_{k_2} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi k_2}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}$, $b_{k_1+x_1O} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi(k_1+x_1O)}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}$, và $b_{k_2+x_2O} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi(k_2+x_2O)}{N/2 \cdot O}} \end{bmatrix}$.

$0 \leq i \leq \frac{N}{2} \cdot O - 1$; ngoài ra, i là số nguyên, biểu thị rằng bất kỳ trong số $\{k_1, k_2, k_1+x_1O, k_2+x_2O\}$ có thể là số nguyên trong $[0, \frac{N}{2} \cdot O - 1]$. Ví dụ, $0 \leq k_1 \leq \frac{N}{2} \cdot O - 1$, $0 \leq k_2 \leq \frac{N}{2} \cdot O - 1$, $0 \leq k_1 + x_1O \leq \frac{N}{2} \cdot O - 1$, và $0 \leq k_2 + x_2O \leq \frac{N}{2} \cdot O - 1$.

Tùy chọn, O có thể là hệ số lấy mẫu, và x_1 có thể được hiểu là khoảng cách giữa véc tơ DFT b_{k_1} trong cấu trúc của ma trận mã hóa trước và chùm tia vật lý được biểu diễn bởi véc tơ DFT, nghĩa là, hệ số lấy mẫu có chênh lệch khoảng cách chùm tia là x_1 lần. Tương tự, x_2 có thể được hiểu là khoảng cách giữa véc tơ DFT b_{k_2} trong cấu trúc của ma trận mã hóa trước và chùm tia vật lý được biểu diễn bởi véc tơ DFT, nghĩa là, hệ số lấy mẫu có chênh lệch khoảng cách chùm tia là x_2 lần.

Tùy chọn, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$U_3^3 = \begin{bmatrix} b_{k_1} & b_{k_1} & b_{k_1+x_1O} \\ \alpha b_{k_2} & -\alpha b_{k_2} & \alpha b_{k_2+x_2O} \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^3 , hoặc

ma trận bao gồm ba cột bất kỳ trong U_3^4 , hoặc

ma trận bao gồm ba cột bất kỳ trong ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^4 .

Tùy chọn, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 2 đáp ứng ít nhất một trong số:

$$U_3^2 = \begin{bmatrix} b_{k_1} & b_{k_1+x_1O} \\ \alpha b_{k_2} & \alpha b_{k_2+x_2O} \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^2 , hoặc

ma trận bao gồm hai cột bất kỳ trong U_3^4 , hoặc

ma trận bao gồm hai cột bất kỳ trong ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^4 .

Tùy chọn, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 1 đáp ứng ít nhất một

trong số:

$$U_3^1 = \begin{bmatrix} b_{k_1} \\ \alpha b_{k_2} \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^1 , hoặc

ma trận bao gồm cột bất kỳ trong U_3^4 , hoặc

ma trận bao gồm cột bất kỳ trong ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với U_3^4 .

Cần hiểu rằng phần trên liệt kê các dạng khả thi của các cấu trúc của các ma trận mã hóa trước trong các bảng mã tương ứng với các hạng khác nhau. Tuy nhiên, điều này không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ nêu trên và khác với các ví dụ nêu trên. Ngoài ra, ma trận mã hóa trước bất kỳ thu được thông qua bước xử lý chuẩn hóa và/hoặc biến đổi mối quan hệ hàng/cột dựa vào cấu trúc của ma trận mã hóa trước khả thi bất kỳ được đề xuất ở trên sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Để ngắn gọn, từng ví dụ một không được liệt kê ở đây.

Ngoài ra, cần lưu ý rằng, theo phương án này của sáng chế, khác với bảng mã hiện có (ví dụ, giao thức LTE), trong ma trận mã hóa trước được sử dụng để truyền nhất quán được đề xuất theo sáng chế này, hai vectơ biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform, DFT) có trong mỗi vectơ cột có thể là hai vectơ DFT khác nhau, và không được phân biệt chỉ bằng cách sử dụng hệ số pha α . Để dễ hiểu, FIG.3 là sơ đồ sơ lược của cổng ăngten.

Các nhóm cổng ăngten trên FIG.3 có thể bao gồm hai nhóm cổng ăngten, và mỗi $\times$ trên hình vẽ thể hiện nhóm cổng ăngten bao gồm hai cổng ăngten ở các hướng phân cực khác nhau. Cổng ăngten #0 và cổng ăngten #1 là các cổng ăngten ở cùng hướng phân cực, và có thể tương ứng với cùng vectơ DFT, ví dụ, được ký hiệu là b_1 . Cổng ăngten #2 và cổng ăngten #3 là các cổng ăngten ở cùng hướng phân cực, và có thể tương ứng với cùng vectơ DFT, ví dụ, được ký hiệu là b_2 , trong đó b_1 và b_2 trực giao với nhau. Theo cách khác, cổng ăngten #0 và cổng ăngten #2 là một nhóm cổng ăngten ở các hướng phân cực khác nhau, và có thể tương ứng với cùng vectơ DFT, ví dụ, được ký hiệu là b_1 .

Cổng ăngten #1 và cổng ăngten #3 là nhóm cổng ăngten khác ở các hướng phân cực khác nhau, và có thể tương ứng với cùng vectơ DFT, ví dụ, được ký hiệu là b_2 , trong đó b_1 và b_2 trực giao với nhau. Theo phương án này của sáng chế, hạng là 1 được sử dụng

làm một ví dụ. Cấu trúc của ma trận mã hóa trước có thể là $U_3^1 = \begin{bmatrix} b_{k_1} \\ \alpha b_{k_2} \end{bmatrix}$, khác với cấu

trúc $\begin{bmatrix} b_{k_1} \\ \alpha b_{k_1} \end{bmatrix}$ của ma trận mã hóa trước trong bảng mã hiện có. Do đó, không cần yêu cầu

hai vectơ DFT cấu thành cùng điểm vectơ cột đối với cùng hướng chùm tia. Theo cách này, phạm vi lựa chọn của ma trận mã hóa trước có thể được mở rộng, sao cho khoảng cách Grassmannian tối thiểu của bảng mã được tăng, nhờ đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc cải thiện hiệu suất hệ thống.

Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc hiểu của các cấu trúc của các ma trận mã hóa trước được đề xuất ở trên, phần sau mô tả một cách chi tiết các cấu trúc được liệt kê ở trên của các ma trận mã hóa trước dựa vào các phương án chi tiết.

Giả sử rằng số lượng cổng ăngten N là 4 và hệ số lấy mẫu O là 2, và b_i có thể thu được như sau:

$$b_i = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, i=0;$$

$$b_i = \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}, i=1;$$

$$b_i = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}, i=2; \text{ và}$$

$$b_i = \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}, i=3.$$

Ví dụ, nếu $k_1=0$ và $k_2=2$, phần sau có thể thu được:

$$b_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ và } b_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}.$$

Nếu giá trị của α là 1, thì cấu trúc thu được của ma trận mã hóa trước có hạng là

1 có thể là $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$. Sau khi xử lý chuẩn hóa, ví dụ, nhân với hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{2}$, thì ma trận

mã hóa trước thu được có hạng là 1 có thể là $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$. Ở đây, hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{2}$ có thể

được sử dụng để thực hiện việc cân bằng công suất giữa các cổng ăngten.

Cho $x_1=1$ và $x_2=1$, cấu trúc thu được của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể là $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$. Sau khi xử lý chuẩn hóa, ví dụ, nhân với hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{4}$, thì

ma trận mã hóa trước thu được có hạng là 4 có thể là $\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$. Ở đây, hệ số

chuẩn hóa $\frac{1}{4}$ có thể được sử dụng để thực hiện việc cân bằng công suất giữa các dòng.

Cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 2 có thể bao gồm hai cột bất kỳ trong cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 4. Ví dụ, cấu trúc có thể là $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$.

Sau khi xử lý chuẩn hóa, ví dụ, nhân với hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{8}}$, thì ma trận mã hóa trước

thu được có hạng là 2 có thể là $\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$. Ở đây, hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{8}}$ có thể được sử

dụng để thực hiện việc cân bằng công suất giữa các dòng.

Cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 3 có thể bao gồm ba cột bất kỳ trong

cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 4. Ví dụ, cấu trúc có thể là $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$.

Sau khi xử lý chuẩn hóa, ví dụ, nhân với hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{12}}$, thì ma trận mã hóa trước

thu được có hạng là 3 có thể là $\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$. Ở đây, hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{12}}$ có thể

được sử dụng để thực hiện việc cân bằng công suất giữa các dòng.

Ví dụ khác, nếu $k_1=0$ và $k_2=0$, phần sau có thể thu được:

$$b_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Nếu giá trị của α là j , $x_1=1$, và $x_2=1$, thì cấu trúc thu được của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể là $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ j & -j & j & -j \\ j & -j & -j & j \end{bmatrix}$. Sau khi xử lý chuẩn hóa, ví dụ, nhân với hệ

số chuẩn hóa $\frac{1}{4}$, thì ma trận mã hóa trước thu được có hạng là 4 có thể là

$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ j & -j & j & -j \\ j & -j & -j & j \end{bmatrix}$. Ở đây, hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{4}$ có thể được sử dụng để thực hiện việc cân

bằng công suất giữa các cổng ăngten.

Ví dụ khác, nếu $k_1=1$ và $k_2=1$, phần sau có thể thu được:

$$b_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}.$$

Nếu giá trị của α là j , $x_1=1$, và $x_2=1$, thì cấu trúc thu được của ma trận mã hóa trước có hạng là 4 có thể là $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j & -j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ j & -j & -j & j \end{bmatrix}$. Sau khi xử lý chuẩn hóa, ví dụ, nhân với

hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{4}$, thì ma trận mã hóa trước thu được có hạng là 4 có thể là

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j & -j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ j & -j & -j & j \end{bmatrix}. \text{ Ở đây, hệ số chuẩn hóa } \frac{1}{4} \text{ có thể được sử dụng để thực hiện việc cân}$$

bằng công suất giữa các cổng ăngten.

Ví dụ khác, nếu $k_1=1$ và $k_2=3$, phần sau có thể thu được:

$$b_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}, \text{ và } b_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Nếu giá trị của α là j , $x_1=1$, và $x_2=1$, thì cấu trúc thu được của ma trận mã hóa

$$\text{trước có hạng là 4 có thể là } \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j & -j \\ j & -j & j & -j \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}. \text{ Sau khi xử lý chuẩn hóa, ví dụ, nhân với}$$

hệ số chuẩn hóa $\frac{1}{4}$, thì ma trận mã hóa trước thu được có hạng là 4 có thể là

$$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j & -j \\ j & -j & j & -j \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}. \text{ Ở đây, hệ số chuẩn hóa } \frac{1}{4} \text{ có thể được sử dụng để thực hiện việc}$$

cân bằng công suất giữa các cổng ăngten.

Cần hiểu rằng các cấu trúc được liệt kê ở trên của các ma trận mã hóa trước và các ma trận mã hóa trước này chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, ma trận mã hóa trước này có thể còn bao gồm ma trận thu được bằng cách thực hiện phép biến đổi hàng và/hoặc cột đối với ma trận bất kỳ trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên.

Ngoài ra, các cấu trúc của các ma trận mã hóa trước có các hạng là 1, 2 hoặc 3 có thể bao gồm riêng biệt một cột, hai cột hoặc ba cột bất kỳ trong cấu trúc của ma trận mã hóa trước có hạng là 4, và các ma trận mã hóa trước có các hạng là 1, 2 và 3 có thể thu được riêng biệt bằng cách nhân các cấu trúc của các ma trận mã hóa trước có các hạng là 1, 2 và 3 với một hệ số chuẩn hóa. Ví dụ, hệ số chuẩn hóa có thể là $\frac{1}{\sqrt{M \cdot N}}$.

Cần hiểu thêm rằng các cấu trúc được liệt kê ở trên của các ma trận mã hóa trước có các hạng là 1, 2, 3 và 4 và các ma trận mã hóa trước tương ứng là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, cấu trúc của ma trận mã hóa trước có thể bao gồm ít nhất một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc có thể bao gồm ma trận mà có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ví dụ bất kỳ trong số các ví dụ nêu trên và khác với các ví dụ nêu trên. Ngoài ra, ma trận mã hóa trước bất kỳ thu được thông qua bước xử lý chuẩn hóa và/hoặc biến đổi mối quan hệ hàng/cột dựa vào cấu trúc của ma trận mã hóa trước khả thi bất kỳ được đề xuất ở trên sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế này. Để ngắn gọn, từng ví dụ một không được liệt kê ở đây.

Theo một thiết kế khả thi khác, ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba bao gồm W_M , trong đó W_M này bao gồm M vectơ cột trong W_0 , và W_0 và ma trận mã hóa trước bất kỳ u trong bảng mã có hạng là 1 đáp ứng mối quan hệ biến đổi toán học sau:

$$W_0 = I - 2uu^H / u^H u.$$

W_M thể hiện ma trận mã hóa trước có hạng là M , $M \geq 1$ và M là số nguyên, I là ma trận đơn vị, và u^H là ma trận chuyển vị liên hợp của u . Theo phương án này của sáng chế, đối với bảng mã có hạng là 1, dựa vào bảng mã có hạng là 1 được tạo ra trong giao thức hiện có (ví dụ, giao thức LTE). Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, các ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 1 có thể bao gồm:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ -j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -j \\ -1 \end{bmatrix}, \\ & \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ j \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}, \text{ và } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -j \\ 1 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Nếu ma trận bất kỳ trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên trong bảng mã có hạng là 1 được ký hiệu là w_1 , tùy chọn, ma trận mã hóa trước u trong bảng mã có hạng là 1 còn bao gồm w_2 , w_2 được lấy từ w_1' , và khoảng cách Grassmannian giữa w_1 và w_2 lớn hơn hoặc bằng $\frac{1}{\sqrt{2}}$, và w_1' và w_1 đáp ứng mối quan hệ sau:

$$w_1' = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_4 \end{bmatrix} w_1$$

$a_1 \in \{1, -1, j, -j\}$, $a_2 \in \{1, -1, j, -j\}$, $a_3 \in \{1, -1, j, -j\}$, và $a_4 \in \{1, -1, j, -j\}$. Theo phương án này của sáng chế, các giá trị a_1 , a_2 , a_3 và a_4 có thể được xác định trong giao thức và có thể giống hoặc khác nhau. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Ở đây, khoảng cách Grassmannian giữa w_1 và w_2 có thể được xác định dưới dạng $d(w_1, w_2) = \frac{1}{\sqrt{2}} \|w_1 w_1^H - w_2 w_2^H\|_F$, trong đó $\|\cdot\|_F$ biểu diễn chuẩn Frobenius của ma trận.

Theo phương án này, khoảng cách Grassmannian giữa w_1 và w_2 có thể được cho phép lớn hơn hoặc bằng $\frac{1}{\sqrt{2}}$ thông qua bước lựa chọn a_1 , a_2 , a_3 và a_4 . Ví dụ, $a_1=1$, $a_2=-1$, $a_3=0$ và $a_4=1$.

Cần hiểu rằng các quy trình tính toán cụ thể của phép biến đổi toán học Householder (Householder) và khoảng cách Grassmannian được nêu ở đây có thể giống với các quy trình tính toán cụ thể theo tình trạng kỹ thuật trước. Để ngắn gọn, phần mô tả chi tiết về các quy trình tính toán cụ thể này được lược bỏ ở đây.

Cần hiểu thêm rằng bảng mã được liệt kê ở trên có hạng là 1 chỉ là một ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Bảng mã có hạng là 1 có thể chỉ bao gồm ma trận mã hóa trước w_1 trong bảng mã có hạng là 1 trong giao thức hiện có (ví dụ, giao thức LTE) được liệt kê ở trên, hoặc có thể chỉ bao gồm ma trận mã hóa trước w_2 có hạng là 1 được đề xuất theo sáng chế này, hoặc có thể bao gồm một số hoặc tất cả các ma trận w_1 và w_2 được liệt kê ở trên, hoặc có thể còn bao gồm ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 1 được xác định ở giao thức trong tương lai. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Cần hiểu thêm rằng, ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba W_M theo phương án này có thể bao gồm M ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 1, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ma trận được tạo ra bởi M ma trận mã hóa trước. Để ngắn gọn, từng ví dụ một không được liệt kê ở đây.

Cần lưu ý rằng W_M có thể bao gồm M vectơ cột trong W_0 , nhưng điều này không có nghĩa là W_M có thể bao gồm M vectơ cột bất kỳ trong W_0 . Trong các ma trận bao gồm

M vectơ cột bất kỳ trong W_0 , với điều kiện là W_M bao gồm ít nhất một trong số các ma trận này, W_M sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ được yêu cầu bởi sáng chế này.

Theo một thiết kế khả thi khác nữa, ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba bao gồm W_M , trong đó W_M này bao gồm M ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 1, M là hạng, $M \geq 1$, và M là số nguyên.

Bảng mã có hạng là 1 có thể bao gồm ma trận mã hóa trước w_1 trong bảng mã có hạng là 1 trong giao thức hiện có (ví dụ, giao thức LTE) được liệt kê ở trên, hoặc có thể bao gồm ma trận mã hóa trước w_2 có hạng là 1 được đề xuất theo sáng chế này, hoặc có thể bao gồm một số hoặc tất cả các ma trận w_1 và w_2 được liệt kê ở trên, hoặc có thể còn bao gồm ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 1 được xác định ở giao thức trong tương lai. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Cần hiểu rằng, ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba W_M theo phương án này có thể bao gồm M ma trận mã hóa trước trong bảng mã có hạng là 1, hoặc có thể bao gồm ma trận có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với ma trận được tạo ra bởi M ma trận mã hóa trước bất kỳ. Để ngắn gọn, từng ví dụ một không được liệt kê ở đây.

Cần lưu ý rằng W_M có thể bao gồm M vectơ cột trong bảng mã có hạng là 1, nhưng điều này không có nghĩa là W_M có thể bao gồm M vectơ cột bất kỳ trong bảng mã có hạng là 1. Trong các ma trận bao gồm M vectơ cột bất kỳ trong bảng mã có hạng là 1, với điều kiện là W_M bao gồm ít nhất một trong số các ma trận này, W_M sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ được yêu cầu bởi sáng chế này.

Dựa vào ba kiểu ma trận mã hóa trước nêu trên, bảng mã có thể hỗ trợ bước truyền nhất quán, truyền nhất quán một phần và truyền không nhất quán của bốn cổng ăngten với số lượng tầng bất kỳ nằm trong khoảng [1, 4], cải thiện đáng kể tính linh hoạt truyền dẫn. Ngoài ra, các yêu cầu khác nhau chẳng hạn như sự cân bằng công suất giữa các cổng ăngten hoặc sự cân bằng công suất giữa các dòng có thể được đáp ứng. Thiết bị đầu cuối có thể truyền thông với thiết bị mạng trên cùng tài nguyên thời gian-tần số bằng cách sử dụng các ăngten được tạo cấu hình và dựa vào các dạng truyền dẫn khác nhau, cải thiện việc sử dụng tài nguyên và cải thiện hiệu suất của thiết bị đầu cuối. Ngoài ra, theo các thiết kế của các ma trận mã hóa trước khác nhau được liệt kê ở trên, phạm vi lựa chọn của ma trận mã hóa trước có thể được mở rộng, nhờ đó tăng khoảng cách Grassmannian tối thiểu của bảng mã, và tạo điều kiện thuận lợi cho việc cải thiện hiệu suất hệ thống.

Tuy nhiên, cần hiểu rằng, các dạng ma trận mã hóa trước bốn cổng ăngten khả thi

có các hạng là từ 1 đến 4 được liệt kê một cách chi tiết theo sáng chế này, nhưng điều này không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Các ma trận thu được sau khi biến đổi toán học hoặc thay đổi được thực hiện dựa vào các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế này. Ngoài ra, ma trận mã hóa trước bốn cổng ăngten có hạng lớn hơn 4 có thể còn thu được dựa vào cùng khái niệm. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả ở đây dựa vào các ma trận mã hóa trước chi tiết.

Dựa vào thiết kế nêu trên, bảng mã có thể bao gồm ít nhất hai kiểu ma trận mã hóa trước, nhưng điều này không có nghĩa là bảng mã được chia thành ba phần độc lập với nhau. Ít nhất hai kiểu ma trận mã hóa trước có thể được lưu trữ trong cùng bảng mã mà không có sự phân biệt, hoặc có thể được xác định dưới dạng các tập con bảng mã khác nhau dựa vào các kiểu khác nhau. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Ở bước 230, thiết bị đầu cuối mã hóa trước tín hiệu dựa vào ma trận mã hóa trước (cụ thể là, ma trận mã hóa trước đích nêu trên) được xác định bằng cách sử dụng PMI và RI, để thu được tín hiệu được mã hóa trước.

Tùy chọn, bước 230 bao gồm cụ thể các bước:

xác định, bởi thiết bị đầu cuối, ma trận mã hóa trước đích dựa vào PMI và RI; và mã hóa trước, bởi thiết bị đầu cuối, tín hiệu dựa vào ma trận mã hóa trước đích để thu được tín hiệu được mã hóa trước.

Cụ thể, đối với phương pháp cụ thể để xác định ma trận mã hóa trước đích bởi thiết bị đầu cuối dựa vào PMI và RI, dựa vào cách 1 đến cách 6 được mô tả ở trên. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả lại ở đây. Thiết bị đầu cuối có thể mã hóa trước tín hiệu cần được gửi (ví dụ, dữ liệu đường lên hoặc báo hiệu điều khiển đường lên) dựa vào ma trận mã hóa trước đích được xác định bằng cách sử dụng PMI và RI, để thu được tín hiệu được mã hóa trước.

Cần hiểu rằng quy trình cụ thể trong đó thiết bị đầu cuối mã hóa trước tín hiệu có thể giống với quy trình theo tình trạng kỹ thuật trước. Để ngắn gọn, phần mô tả chi tiết về quy trình cụ thể được lược bỏ ở đây.

Ở bước 240, thiết bị đầu cuối gửi tín hiệu được mã hóa trước.

Tương ứng, ở bước 240, thiết bị mạng nhận tín hiệu được mã hóa trước.

Cần lưu ý rằng, chỉ để dễ hiểu, thủ tục trong đó thiết bị đầu cuối gửi tín hiệu được

mã hóa trước đến thiết bị mạng được thể hiện trên hình vẽ. Tuy nhiên, thực tế, thiết bị đầu cuối có thể gửi tín hiệu được mã hóa trước đến một hoặc nhiều thiết bị mạng thông qua các cổng ăngten được tạo cấu hình. Do đó, ở bước 240, thiết bị mạng nhận tín hiệu được mã hóa trước có thể chỉ bao gồm thiết bị mạng ở bước 210, hoặc có thể bao gồm thiết bị mạng khác ngoài thiết bị mạng ở bước 210, hoặc có thể là thiết bị mạng khác với thiết bị mạng ở bước 210. Ví dụ, thiết bị đầu cuối nhận PMI và RI từ thiết bị mạng #1, và gửi tín hiệu được mã hóa trước đến thiết bị mạng #2. Thiết bị mạng #1 là một ví dụ của thiết bị mạng ở bước 210. Không có giới hạn nào được tạo ra theo sáng chế này đối với đối tượng mà thiết bị đầu cuối gửi tín hiệu.

Tùy chọn, ở bước 240, tín hiệu được mã hóa trước được gửi bởi thiết bị đầu cuối đến thiết bị mạng có thể bao gồm dữ liệu đường lên được mã hóa trước và DMRS được mã hóa trước, sao cho thiết bị mạng xác định ma trận kênh tương đương dựa vào DMRS, và còn thu được, thông qua bước giải điều biến, dữ liệu đường lên được gửi bởi thiết bị đầu cuối.

Cần hiểu rằng quy trình xử lý sau khi thiết bị mạng nhận tín hiệu được mã hóa trước ở bước 240 có thể giống với quy trình xử lý theo tình trạng kỹ thuật trước. Để ngắn gọn, phần mô tả chi tiết về quy trình cụ thể được lược bỏ ở đây.

Do đó, dựa vào các thiết kế nêu trên, khi thiết bị đầu cuối có khả năng tương ứng, thì thiết bị đầu cuối có thể truyền thông với một hoặc nhiều thiết bị mạng dưới ít nhất hai dạng truyền dẫn trong số sự truyền nhất quán, truyền nhất quán một phần và truyền không nhất quán. Do đó, tính linh hoạt truyền dẫn của thiết bị đầu cuối được cải thiện, và các dạng truyền dẫn khác nhau được sử dụng, sao cho các yêu cầu truyền dẫn khác nhau có thể được đáp ứng, nhờ đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc cải thiện sử dụng tài nguyên.

Theo phương án này của sáng chế, thiết bị mạng có thể biểu thị ma trận mã hóa trước đích đối với thiết bị đầu cuối theo nhiều cách khả thi. Dựa vào các cách khác nhau (bao gồm cách 1 đến cách 6), phần sau mô tả một cách chi tiết quy trình cụ thể trong đó thiết bị mạng biểu thị ma trận mã hóa trước đích và thiết bị đầu cuối xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào PMI và RI đã nhận.

Cần lưu ý rằng, theo các cách chỉ báo khả thi sau, PMI có thể được sử dụng để biểu thị chỉ số bảng mã (codebook index), và mỗi chỉ số bảng mã này có thể tương ứng với một ma trận mã hóa trước (hoặc có thể được gọi là từ mã), hoặc tương quan một-một giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước có thể được lưu trữ trong bảng mã. Nghĩa

là, trong bảng mã tương ứng với cùng hạng, chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước có thể tương quan một-một. Do đó, PMI có thể được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước đích trong bảng mã tương ứng với hạng. Để ngắn gọn, trường hợp giống hoặc tương tự nhau không được mô tả dưới đây.

Cách 1

Thiết bị mạng có thể gửi thông tin chỉ báo thứ tư và RI, trong đó RI được sử dụng để biểu thị hạng của ma trận mã hóa trước, và thông tin chỉ báo thứ tư được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước đích trong bảng mã tương ứng với hạng được biểu thị bởi RI.

Nói cách khác, trong bảng mã tương ứng với cùng hạng, thông tin chỉ báo thứ tư được sử dụng để biểu thị một ma trận mã hóa trước. Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ tư này có thể là PMI.

Ví dụ, giả sử rằng các ma trận mã hóa trước được lưu trữ trong bảng mã, hạng có thể được biểu thị bởi RI, và chỉ số bảng mã tương ứng với ma trận mã hóa trước đích có thể được biểu thị bằng cách sử dụng thông tin chỉ báo thứ tư trong bảng mã tương ứng với hạng.

Tương ứng, theo cách 1, thiết bị đầu cuối nhận thông tin chỉ báo thứ tư và RI, và xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào thông tin chỉ báo thứ tư và RI này.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ tư và RI này được mang trong DCI.

Cách 2

Thiết bị mạng có thể gửi thông tin chỉ báo thứ năm và RI, trong đó RI được sử dụng để biểu thị hạng của ma trận mã hóa trước, thông tin chỉ báo thứ năm có thể bao gồm hai trường chỉ báo, trường chỉ báo thứ nhất trong hai trường chỉ báo biểu thị ít nhất một kiểu trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai hoặc ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, và trường chỉ báo thứ hai trong hai trường chỉ báo biểu thị ma trận mã hóa trước đích ở ít nhất một kiểu trong số ma trận mã hóa trước được biểu thị bởi trường chỉ báo thứ nhất trong bảng mã tương ứng với hạng được biểu thị bởi RI.

Nói cách khác, thiết bị mạng có thể mang hai mức thông tin chỉ báo bằng cách sử dụng một mẫu thông tin chỉ báo, để biểu thị ma trận mã hóa trước đích đối với thiết bị đầu cuối. Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ năm có thể là PMI.

Ví dụ, giả sử rằng các ma trận mã hóa trước được lưu trữ trong bảng mã, và hạng có thể được biểu thị bởi RI. Trong bảng mã tương ứng với hạng, ít nhất hai kiểu ma trận mã hóa trước có thể được bao gồm, ví dụ, ít nhất hai trong số ba kiểu ma trận mã hóa trước nêu trên. Trường chỉ báo thứ nhất trong thông tin chỉ báo thứ năm có thể biểu thị kiểu ma trận mã hóa trước khả dụng. Ví dụ, trường chỉ báo thứ nhất có thể là hai bit, và tương quan giữa trường chỉ báo thứ nhất và kiểu ma trận mã hóa trước có thể được thể hiện trong bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

Trường chỉ báo thứ nhất	Kiểu ma trận mã hóa trước
00	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất
01	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai
10	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba

Có thể thấy rằng các giá trị khác nhau trong trường chỉ báo thứ nhất tương ứng với các kiểu ma trận mã hóa trước khác nhau, và trường chỉ báo thứ hai có thể biểu thị ma trận mã hóa trước đích trong kiểu ma trận mã hóa trước khả dụng (cụ thể là, kiểu ma trận mã hóa trước tương ứng với trường chỉ báo thứ nhất). Theo phương án thực hiện này, mỗi kiểu ma trận mã hóa trước có thể được biểu thị bằng cách sử dụng một bộ chỉ số bảng mã. Cụ thể, khi các giá trị trong trường chỉ báo thứ nhất giống nhau, nghĩa là, tương ứng với một kiểu ma trận mã hóa trước, thì giá trị trong trường chỉ báo thứ hai có thể được sử dụng để biểu thị duy nhất một ma trận mã hóa trước. Do đó, trong bảng mã tương ứng với cùng hạng, trường chỉ báo thứ nhất và trường chỉ báo thứ hai trong thông tin chỉ báo thứ năm được sử dụng để biểu thị chung ma trận mã hóa trước đích.

Cần hiểu rằng, trong cùng bộ chỉ số bảng mã, mỗi giá trị chỉ số biểu thị một ma trận mã hóa trước, nghĩa là, hai giá trị chỉ số bất kỳ trong một bộ chỉ số bảng mã khác nhau. Trong hai bộ chỉ số bảng mã khác nhau, các ma trận mã hóa trước được biểu thị bởi cùng giá trị chỉ số có thể khác nhau. Để ngắn gọn, trường hợp giống hoặc tương tự nhau không được mô tả dưới đây.

Cần hiểu thêm rằng tương quan, giữa trường chỉ báo thứ nhất và kiểu ma trận mã hóa trước, được liệt kê trong bảng 1 chỉ là một ví dụ, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ví dụ, tương quan giữa trường chỉ báo thứ nhất và kiểu ma trận mã hóa trước có thể còn được thể hiện trong bảng 2 dưới đây.

Bảng 2

Trường chỉ báo thứ nhất	Kiểu ma trận mã hóa trước
00	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất
01	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai
10	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba

Theo phương án thực hiện này, khi trường chỉ báo thứ nhất có các giá trị khác nhau, thì trường chỉ báo thứ hai tương ứng với một bộ chỉ số bảng mã. Khi kiểu ma trận mã hóa trước được biểu thị bởi trường chỉ báo thứ nhất được xác định, thì các ma trận mã hóa trước theo một hoặc nhiều kiểu ma trận mã hóa trước được biểu thị bởi trường chỉ báo thứ nhất có thể tương quan một-một với các chỉ số bảng mã. Thiết bị mạng và thiết bị đầu cuối có thể thỏa thuận trước về các tương quan một-một khả thi giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước. Ví dụ, khi chỉ ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất được sử dụng, thì ma trận mã hóa trước trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất có thể tương ứng với một bộ chỉ số bảng mã, và mỗi chỉ số bảng mã này tương ứng với một ma trận mã hóa trước. Khi chỉ ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai được sử dụng, thì các ma trận mã hóa trước trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai có thể tương ứng với một bộ chỉ số bảng mã, và mỗi chỉ số bảng mã này tương ứng với một ma trận mã hóa trước. Khi ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba được sử dụng, thì các ma trận mã hóa trước trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba có thể tương ứng với một bộ chỉ số bảng mã, và mỗi chỉ số bảng mã này tương ứng với một ma trận mã hóa trước. Cần hiểu rằng, khi chỉ một hoặc hai kiểu ma trận mã hóa trước được sử dụng, thì số lượng bit của chỉ số bảng mã có thể được giảm, nghĩa là, các tổng phí bit của thông tin chỉ báo thứ năm có thể được giảm. Tương quan một-một giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước có thể được xác định trong giao thức hoặc được tạo cấu hình bằng cách sử dụng báo hiệu tăng cao hơn. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Theo cách khác, cùng bộ chỉ số bảng mã có thể được xác định đối với ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba. Ví dụ, các chỉ số bảng mã của các ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất được liệt

kê tuần tự từ 0 đến X_1 , các chỉ số bảng mã của các ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai được liệt kê tuần tự từ X_2+1 đến X_3 và các chỉ số bảng mã của các ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba được liệt kê tuần tự từ X_4+1 đến X_5 , trong đó $X_2 \geq X_1$ và $X_4 \geq X_3$. Trường chỉ báo thứ nhất biểu thị ngầm rằng giá trị thứ nhất của chỉ số bảng mã là 0, X_3+1 hoặc X_5+1 . Nghĩa là, chỉ số bảng mã của ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và chỉ số bảng mã của ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai có thể liên tục (ví dụ, $X_2=X_1$), hoặc có thể không liên tục (ví dụ, $X_2>X_1$), và chỉ số bảng mã của ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và chỉ số bảng mã của ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba có thể liên tục (ví dụ, $X_4=X_3$), hoặc có thể không liên tục (ví dụ, $X_4>X_3$). Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Cần hiểu rằng, khi các kiểu ma trận mã hóa trước khác nhau được sử dụng, phương pháp để xác định tương quan một-một giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước có thể được thỏa thuận trước, hoặc tương quan một-một giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước có thể được thay đổi một cách động. Phương pháp để xác định tương quan giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước không bị giới hạn ở sáng chế này.

Tương ứng, theo cách 2, thiết bị đầu cuối nhận thông tin chỉ báo thứ năm và RI, và xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào thông tin chỉ báo thứ năm và RI.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ năm và RI được mang trong DCI.

Cách 3

Thiết bị mạng gửi thông tin chỉ báo #1 (cụ thể là, một ví dụ về thông tin chỉ báo thứ nhất), thông tin chỉ báo thứ sáu và RI, trong đó thông tin chỉ báo #1 được sử dụng để biểu thị tập con bảng mã khả dụng, RI được sử dụng để biểu thị hạng của ma trận mã hóa trước đích, và thông tin chỉ báo thứ sáu được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước đích trong tập con bảng mã khả dụng được biểu thị bởi thông tin chỉ báo #1 và trong bảng mã tương ứng với hạng được biểu thị bởi RI.

Phương án thực hiện A:

Tùy chọn, thông tin chỉ báo #1 là giới hạn tập con bảng mã (codebook subset restriction, CSR).

Tùy chọn, CSR này được mang trong báo hiệu tầng cao hơn. Báo hiệu tầng cao hơn này có thể bao gồm, ví dụ, thông điệp RRC hoặc thông điệp MAC-CE.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ sáu là PMI.

Tùy chọn, PMI và RI này được mang trong DCI.

Theo cách này, trong bảng mã tương ứng với cùng RI, giá trị trong mỗi PMI có thể biểu thị duy nhất một ma trận mã hóa trước.

Cần lưu ý rằng thiết bị mạng có thể còn biểu thị CSR của hạng đối thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng báo hiệu tăng cao hơn, sao cho thiết bị đầu cuối này xác định tập con bảng mã khả dụng dựa vào thông tin chỉ báo #1 trong bảng mã tương ứng với hạng được giới hạn. Ở đây, tập con bảng mã có thể bao gồm ít nhất một kiểu trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba.

Theo một thiết kế khả thi, thông tin chỉ báo #1 có thể là ánh xạ bit. Ánh xạ bit này có thể bao gồm các bit chỉ báo, mỗi bit chỉ báo tương ứng với một tập con bảng mã, và mỗi bit chỉ báo này được sử dụng để biểu thị xem ma trận mã hóa trước trong tập con bảng mã tương ứng có phải là ma trận mã hóa trước khả dụng hay không.

Ví dụ, nếu bảng mã bao gồm tập con bảng mã thứ nhất (bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ví dụ), tập con bảng mã thứ hai (bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, ví dụ) và tập con bảng mã thứ ba (bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, ví dụ), thì ba tập con bảng mã này có thể lần lượt tương ứng với một bit chỉ báo trong ánh xạ bit. Trong trường hợp này, ánh xạ bit có thể bao gồm ba bit chỉ báo, và ba bit chỉ báo này có thể lần lượt tương ứng với ba tập con bảng mã theo trình tự. Ví dụ, bit chỉ báo thứ nhất tương ứng với tập con bảng mã thứ nhất, bit chỉ báo thứ hai tương ứng với tập con bảng mã thứ hai và bit chỉ báo thứ ba tương ứng với tập con bảng mã thứ ba. Khi bit chỉ báo được thiết lập thành “0”, thì biểu thị rằng ma trận mã hóa trước trong tập con bảng mã đã biểu thị là ma trận mã hóa trước không khả dụng. Khi bit chỉ báo được thiết lập thành “1”, thì biểu thị rằng ma trận mã hóa trước trong tập con bảng mã đã biểu thị là ma trận mã hóa trước khả dụng.

Cần hiểu rằng khi ánh xạ bit được sử dụng để biểu thị xem ma trận mã hóa trước trong tập con bảng mã có là ma trận mã hóa trước khả dụng hay không, thì ánh xạ bit có thể biểu thị rằng các ma trận mã hóa trước trong một hoặc nhiều tập con bảng mã là các ma trận mã hóa trước khả dụng ở cùng một thời điểm. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này. Khi các ma trận mã hóa trước trong một hoặc nhiều tập con bảng mã là các ma trận mã hóa trước khả dụng, thì đối với tương quan giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước, dựa vào phân mô tả có liên quan theo cách 2 ở trên. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả lại ở đây. Thiết bị mạng có thể biểu thị ma trận mã hóa trước đích đối

với thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng PMI dựa vào tương quan giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước.

Cần hiểu thêm rằng tương quan một-một, giữa bit chỉ báo và kiểu ma trận mã hóa trước, được liệt kê ở trên chỉ là một ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Tương quan giữa mỗi bit chỉ báo và kiểu ma trận mã hóa trước có thể được thỏa thuận trước. Dựa vào tương quan được thỏa thuận trước, thiết bị mạng có thể biểu thị kiểu ma trận mã hóa trước khả dụng đối với thiết bị đầu cuối. Cần hiểu thêm rằng thông tin được biểu thị bởi các giá trị khác nhau của các bit chỉ báo được liệt kê ở trên chỉ là một ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này.

Theo một thiết kế khả thi khác, thông tin chỉ báo #1 có thể bao gồm một trường chỉ báo, và các giá trị khác nhau của trường chỉ báo biểu thị rằng các kiểu ma trận mã hóa trước khác nhau cần được sử dụng. Ví dụ, trường chỉ báo bao gồm hai bit, và tương quan giữa trường chỉ báo và kiểu ma trận mã hóa trước có thể được thể hiện trong bảng 3 dưới đây.

Bảng 3

Thông tin chỉ báo #1	Kiểu ma trận mã hóa trước
00	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất
01	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai
10	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba

Theo phương án thực hiện này, thiết bị mạng có thể biểu thị, đối với thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng báo hiệu tăng cao hơn, tập hợp các ma trận mã hóa trước khả dụng. Tập hợp các ma trận mã hóa trước khả dụng này có thể không được thay đổi trong một khoảng thời gian, hoặc có thể là bán tĩnh. Do đó, so với các cách nêu trên, khi thiết bị mạng gửi PMI và RI đến thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng DCI, thì các tổng phí của PMI có thể được giảm. Đó là vì thiết bị mạng có thể biểu thị mỗi kiểu ma trận mã hóa trước bằng cách sử dụng một bộ chỉ số bảng mã, mỗi bộ chỉ số bảng mã này có thể được biểu thị bằng cách sử dụng một tập hợp PMI, các bộ chỉ số bảng mã tương ứng với các kiểu ma trận mã hóa trước khác nhau có thể độc lập với nhau, và các tập hợp PMI được sử dụng để biểu thị các chỉ số bảng mã của các kiểu ma trận mã hóa trước khác nhau có thể còn độc lập với nhau. Ví dụ, chỉ số bảng mã tương ứng với ma trận mã hóa

trước thứ 0 trong các ma trận mã hóa trước có hạng là 1 trong các ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất có thể là “00”, và thiết bị mạng có thể biểu thị ma trận mã hóa trước bằng cách sử dụng, ví dụ, PMI có giá trị là “00”. Giá trị của PMI tương ứng với ma trận mã hóa trước thứ 0 trong các ma trận mã hóa trước có hạng là 1 trong các ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai có thể còn là “00”, và thiết bị mạng có thể biểu thị ma trận mã hóa trước bằng cách sử dụng, ví dụ, PMI có giá trị là “00”. Giá trị của PMI tương ứng với ma trận mã hóa trước thứ 0 trong các ma trận mã hóa trước có hạng là 1 trong các ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba có thể còn là “00”, và thiết bị mạng có thể còn biểu thị ma trận mã hóa trước bằng cách sử dụng, ví dụ, PMI có giá trị là “00”. Tuy nhiên, nếu kiểu ma trận mã hóa trước không được biểu thị bằng cách sử dụng báo hiệu tăng cao hơn, thì các ma trận mã hóa trước có hạng là 1 trong ba kiểu ma trận mã hóa trước có thể cần được biểu thị bằng cách sử dụng cùng tập hợp PMI. Do đó, các PMI tương ứng với ma trận mã hóa trước thứ 0 trong các ma trận mã hóa trước có hạng là 1 trong các ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước thứ 0 trong các ma trận mã hóa trước có hạng là 1 trong các ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước thứ 0 trong các ma trận mã hóa trước có hạng là 1 trong các ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba cần được phân biệt bằng cách sử dụng các giá trị khác nhau. Khi số lượng ma trận mã hóa trước có trong bảng mã là tương đối lớn, thì các tổng phí bit tương đối lớn có thể được yêu cầu. Tuy nhiên, nếu bảng mã được chia thành ba tập con bảng mã, thì số lượng ma trận mã hóa trước trong mỗi tập con bảng mã chắc chắn nhỏ hơn tổng số lượng ma trận mã hóa trước trong bảng mã, và các tổng phí bit cần thiết có thể được giảm đáng kể.

Cần hiểu rằng tương quan, giữa giá trị trong thông tin chỉ báo #1 và kiểu ma trận mã hóa trước, được liệt kê trong bảng 3 chỉ là một ví dụ, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Ví dụ, tương quan giữa giá trị trong thông tin chỉ báo #1 và kiểu ma trận mã hóa trước có thể còn được thể hiện trong bảng 4 dưới đây.

Bảng 4

Thông tin chỉ báo #1	Kiểu ma trận mã hóa trước
00	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất
01	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai
10	Ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba

Theo phương án thực hiện này, khi mỗi giá trị của thông tin chỉ báo #1 được sử dụng, thì tập hợp ma trận mã hóa trước khả dụng được biểu thị có thể được biểu thị bằng cách sử dụng một bộ chỉ số bảng mã, mỗi bộ chỉ số bảng mã này có thể được biểu thị bằng cách sử dụng một tập hợp PMI, các bộ chỉ số bảng mã tương ứng với các giá trị của thông tin chỉ báo #1 có thể độc lập với nhau, và các tập hợp PMI được sử dụng để biểu thị các chỉ số bảng mã của các kiểu ma trận mã hóa trước khác nhau có thể còn độc lập với nhau. Khi kiểu ma trận mã hóa trước được biểu thị bởi thông tin chỉ báo #1 được xác định, thì các ma trận mã hóa trước trong một hoặc nhiều kiểu ma trận mã hóa trước được biểu thị bởi thông tin chỉ báo #1 có thể tương quan một-một với các chỉ số bảng mã. Phương án thực hiện này tương tự với cách 2. Thiết bị mạng và thiết bị đầu cuối có thể thỏa thuận trước về các tương quan một-một giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước. Ví dụ, khi giá trị của thông tin chỉ báo #1 là “00”, thì chỉ ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất được sử dụng, một bộ chỉ số bảng mã có thể được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, và mỗi chỉ số bảng mã này tương ứng với một ma trận mã hóa trước. Khi giá trị của thông tin chỉ báo #1 là “01”, thì chỉ ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai được sử dụng, một bộ chỉ số bảng mã có thể được sử dụng để biểu thị các ma trận mã hóa trước trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, và mỗi chỉ số bảng mã này tương ứng với một ma trận mã hóa trước. Khi giá trị của thông tin chỉ báo #1 là “10”, thì ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba được sử dụng, một bộ chỉ số bảng mã có thể được sử dụng để biểu thị các ma trận mã hóa trước trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba, và mỗi chỉ số bảng mã này tương ứng với một ma trận mã hóa trước. Cần hiểu rằng, khi chỉ một hoặc hai kiểu ma trận mã hóa trước được sử dụng, thì số lượng bit của chỉ số bảng mã có thể được giảm, nghĩa là, các tổng phí bit của PMI có thể được giảm.

Cần hiểu rằng tương quan được liệt kê ở trên giữa các giá trị khác nhau của thông tin chỉ báo #1 và kiểu ma trận mã hóa trước chỉ là một ví dụ để mô tả nhằm dễ hiểu, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này.

Phương án thực hiện B:

Tùy chọn, thông tin chỉ báo #1 là PMI (ví dụ, được ký hiệu là PMI #1).

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ sáu là PMI (ví dụ, được ký hiệu là PMI #2).

Thông tin chỉ báo #1 và thông tin chỉ báo thứ sáu có thể là các PMI khác nhau.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo #1, thông tin chỉ báo thứ sáu và RI được mang trong DCI.

Cần hiểu rằng, thông tin chỉ báo #1, thông tin chỉ báo thứ sáu và RI có thể được mang trong cùng DCI hoặc DCI khác nhau. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Tương quan giữa thông tin chỉ báo #1 và kiểu ma trận mã hóa trước có thể được thể hiện trong bảng 3 hoặc bảng 4 ở trên, và phương pháp cụ thể trong đó thông tin chỉ báo thứ sáu được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước đích còn được mô tả một cách chi tiết ở trên. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Tương ứng, theo cách 3, thiết bị đầu cuối nhận thông tin chỉ báo #1, thông tin chỉ báo thứ sáu và RI, và xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào thông tin chỉ báo #1, thông tin chỉ báo thứ sáu và RI.

Cách 4

Thiết bị mạng gửi thông tin chỉ báo #2 (cụ thể là, một ví dụ khác về thông tin chỉ báo thứ nhất), thông tin chỉ báo thứ sáu và RI, trong đó thông tin chỉ báo #2 được sử dụng để biểu thị tập hợp ma trận mã hóa trước khả dụng, RI được sử dụng để biểu thị hạng của ma trận mã hóa trước trong bảng mã và thông tin chỉ báo thứ sáu được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước đích trong tập hợp các ma trận mã hóa trước khả dụng được biểu thị bởi thông tin chỉ báo #2 và trong bảng mã tương ứng với hạng được biểu thị bởi RI.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo #2 là CSR.

Tùy chọn, CSR này được mang trong báo hiệu tầng cao hơn. Báo hiệu tầng cao hơn này có thể bao gồm, ví dụ, thông điệp RRC hoặc thông điệp MAC-CE.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ sáu là PMI.

Tùy chọn, PMI và RI này được mang trong DCI.

Theo cách này, trong bảng mã tương ứng với cùng RI, giá trị trong mỗi PMI có thể biểu thị duy nhất một ma trận mã hóa trước.

Cần lưu ý rằng thiết bị mạng có thể còn biểu thị CSR của hạng đối với thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng báo hiệu tầng cao hơn, sao cho thiết bị đầu cuối xác định tập con bảng mã khả dụng dựa vào thông tin chỉ báo #2 trong bảng mã tương ứng với hạng được giới hạn. Ở đây, tập con bảng mã có thể bao gồm ít nhất một kiểu trong số ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước

kiểu thứ ba.

Theo một thiết kế khả thi, thông tin chỉ báo #2 có thể là ánh xạ bit. Ánh xạ bit này có thể bao gồm các bit chỉ báo, mỗi bit chỉ báo tương ứng với một ma trận mã hóa trước, và mỗi bit chỉ báo này được sử dụng để biểu thị xem ma trận mã hóa trước tương ứng có phải là ma trận mã hóa trước khả dụng hay không.

Ví dụ, nếu bảng mã bao gồm các ma trận mã hóa trước, thì ánh xạ bit có thể bao gồm các bit chỉ báo, mỗi bit chỉ báo này có thể tương ứng với một ma trận mã hóa trước trong bảng mã, thiết bị mạng có thể thiết lập một bit chỉ báo tương ứng với một ma trận mã hóa trước khả dụng thành “1”, và có thể thiết lập một bit chỉ báo tương ứng với một ma trận mã hóa trước không khả dụng thành “0”.

Trong bảng mã tương ứng với hạng được biểu thị bởi RI, ma trận mã hóa trước khả dụng được biểu thị bởi thông tin chỉ báo #2 có thể được biểu thị bằng cách sử dụng một bộ chỉ số bảng mã độc lập. Nghĩa là, ma trận mã hóa trước trong ma trận mã hóa trước khả dụng trong bảng mã tương ứng với RI có thể tương quan một-một với chỉ số bảng mã. Ví dụ, thiết bị mạng và thiết bị đầu cuối có thể thỏa thuận trước về phương pháp để xác định tương quan một-một giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước. Thiết bị mạng có thể biểu thị, bằng cách sử dụng PMI, chỉ số bảng mã tương ứng với ma trận mã hóa trước đích. Ví dụ, giá trị trong PMI là chỉ số bảng mã.

Thiết bị đầu cuối có thể xác định, dựa vào PMI và phương pháp để xác định tương quan một-một giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước và được thỏa thuận trước với thiết bị mạng, ma trận mã hóa trước đích được biểu thị bởi chỉ số bảng mã này.

Do đó, khi chỉ một hoặc hai kiểu ma trận mã hóa trước áp dụng được, thì số lượng bit của chỉ số bảng mã có thể được giảm, nghĩa là, các tổng phí bit của PMI có thể được giảm.

Tương ứng, theo cách 4, thiết bị đầu cuối nhận thông tin chỉ báo #2, thông tin chỉ báo thứ sáu và RI, và xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào thông tin chỉ báo thứ nhất, thông tin chỉ báo thứ sáu và RI.

Cách 5

Thiết bị mạng có thể gửi thông tin chỉ báo thứ hai, trong đó thông tin chỉ báo thứ hai này được sử dụng để biểu thị tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng OFDM lan truyền theo phép biến đổi Fourier rời rạc (DFT-spread-OFDM).

Thiết bị mạng gửi PMI và RI, trong đó RI này được sử dụng để biểu thị hạng của

ma trận mã hóa trước, và PMI được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước đích trong bảng mã tương ứng với hạng được biểu thị bởi RI và trong bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM.

Cụ thể, dạng sóng DFT-s-OFDM có thể được hiểu là dạng sóng ở chế độ truyền. Tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng có thể bao gồm ít nhất một bảng mã tương ứng với ít nhất một hạng, và mỗi bảng mã bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai. Sự truyền dẫn dựa vào dạng sóng DFT-s-OFDM có thể được hiểu là chế độ truyền (ví dụ, được ký hiệu là chế độ truyền #1). Thông tin chỉ báo thứ hai có thể là thông tin biểu thị tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM, hoặc có thể là thông tin biểu thị dạng sóng DFT-s-OFDM, hoặc có thể là thông tin biểu thị chế độ truyền. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Tương ứng, thiết bị đầu cuối nhận thông tin chỉ báo thứ hai, thông tin chỉ báo thứ hai này biểu thị bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM.

Thiết bị đầu cuối nhận PMI và RI, và xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào PMI và RI này.

Sau khi thiết bị mạng biểu thị kiểu ma trận mã hóa trước bằng cách sử dụng thông tin chỉ báo thứ hai, thiết bị mạng có thể biểu thị ma trận mã hóa trước đích bằng cách sử dụng PMI và RI. Trong tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng DFT-s-OFDM, ma trận mã hóa trước và chỉ số bảng mã có thể tương quan một-một. Phương án thực hiện này tương tự với phương án thực hiện được mô tả dựa vào bảng 2 theo cách 2. Chi tiết là, dựa vào phần mô tả có liên quan theo cách 2. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ hai được mang trong báo hiệu tầng cao hơn, ví dụ, thông điệp RRC hoặc thông điệp MAC-CE.

Cách 6

Thiết bị mạng có thể gửi thông tin chỉ báo thứ ba, trong đó thông tin chỉ báo thứ ba này được sử dụng để biểu thị tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng OFDM theo tiền tố tuần hoàn (Cyclic Prefix-OFDM, CP-OFDM).

Thiết bị mạng gửi PMI và RI, trong đó RI được sử dụng để biểu thị hạng của ma trận mã hóa trước, và PMI được sử dụng để biểu thị ma trận mã hóa trước đích trong bảng mã tương ứng với hạng được biểu thị bởi RI và trong bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM.

Cụ thể, dạng sóng CP-OFDM có thể được hiểu là dạng sóng ở chế độ truyền. Tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng bao gồm ít nhất một bảng mã tương ứng với ít nhất một hạng, và mỗi bảng mã bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba. Sự truyền dẫn dựa vào dạng sóng CP-OFDM có thể được hiểu là chế độ truyền (ví dụ, được ký hiệu là chế độ truyền #2). Thông tin chỉ báo thứ ba có thể là thông tin biểu thị tập hợp bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM, hoặc có thể là thông tin biểu thị dạng sóng CP-OFDM, hoặc có thể là thông tin biểu thị chế độ truyền. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Tương ứng, thiết bị đầu cuối nhận thông tin chỉ báo thứ ba, và biểu thị, dựa vào thông tin chỉ báo thứ ba, bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM.

Thiết bị đầu cuối nhận PMI và RI, và xác định ma trận mã hóa trước đích dựa vào PMI và RI này.

Sau khi thiết bị mạng biểu thị kiểu ma trận mã hóa trước bằng cách sử dụng thông tin chỉ báo thứ ba, thiết bị mạng có thể biểu thị ma trận mã hóa trước đích bằng cách sử dụng PMI và RI. Trong bảng mã tương ứng với dạng sóng CP-OFDM, ma trận mã hóa trước và chỉ số bảng mã có thể tương quan một-một. Phương án thực hiện này tương tự với phương án thực hiện được mô tả dựa vào bảng 2 theo cách 2. Chi tiết là, dựa vào phần mô tả có liên quan theo cách 2. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Tùy chọn, thông tin chỉ báo thứ ba được mang trong báo hiệu tầng cao hơn, ví dụ, thông điệp RRC hoặc thông điệp MAC-CE.

Cần hiểu rằng báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ hai theo cách 5 và báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ ba theo cách 6 có thể là hai mẫu báo hiệu tầng cao hơn khác nhau, hoặc có thể được biểu thị bởi các trường chỉ báo khác nhau trong số một mẫu báo hiệu tầng cao hơn, hoặc có thể còn được biểu thị bởi các giá trị khác nhau của cùng trường chỉ báo của một mẫu báo hiệu tầng cao hơn. Khi báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ hai theo cách 5 và báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ ba theo cách 6 có thể là hai mẫu báo hiệu tầng cao hơn khác nhau, thì thiết bị mạng có thể chỉ gửi ít nhất một trong số báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ hai và báo hiệu tầng cao hơn được sử dụng để mang thông tin chỉ báo thứ ba.

Dựa vào các phương án thực hiện khả thi nêu trên, có thể biết được rằng thông tin chỉ báo thứ tư đến thông tin chỉ báo thứ sáu được liệt kê ở trên có thể là các PMI. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác nhau, nội dung được biểu thị bởi các PMI có thể khác nhau, và thông tin được biểu thị bởi các PMI theo các phương án thực hiện khác nhau có thể được xác định dựa vào phần mô tả có liên quan ở trên. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả lại ở đây. Nói cách khác, thiết bị mạng có thể gửi một hoặc nhiều PMI đến thiết bị đầu cuối. Số lượng PMI không bị giới hạn ở sáng chế này.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện khả thi bất kỳ trong số các phương án thực hiện khả thi nêu trên, nếu kiểu ma trận mã hóa trước khả dụng bao gồm các ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, thì thiết bị mạng có thể còn biểu thị một kiểu trong các ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất khả dụng. Ví dụ, ít nhất một trong số ma trận kiểu A, kiểu B hoặc kiểu C trong các ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất được biểu thị bằng cách sử dụng báo hiệu tầng cao hơn. Bằng cách lấy ví dụ và không làm giới hạn, báo hiệu tầng cao hơn có thể bao gồm thông điệp RRC hoặc thông điệp MAC-CE.

Cần hiểu rằng các dạng cụ thể của báo hiệu tầng cao hơn được liệt kê ở trên chỉ là các ví dụ để mô tả, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Báo hiệu tầng cao hơn này có thể là báo hiệu từ tầng RRC, tầng MAC hoặc tầng giao thức khác khác với tầng vật lý.

Cần hiểu rằng các ma trận mã hóa trước được liệt kê ở trên chỉ là các dạng khả thi của các ma trận mã hóa trước được đề xuất theo sáng chế này, và không nên cấu thành giới hạn bất kỳ đối với sáng chế này. Các ma trận mã hóa trước thu được bằng cách thực hiện phép biến đổi hàng và/hoặc cột hoặc phép biến đổi toán học khác đối với các dạng của các ma trận mã hóa trước được đề xuất theo sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế này.

Cần lưu ý rằng, theo phương án thực hiện khả thi, thiết bị mạng và thiết bị đầu cuối có thể lưu trữ một hoặc nhiều trong số sau:

(a) thông số được sử dụng để thu được ma trận bất kỳ trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê theo các phương án thực hiện nêu trên, trong đó ma trận bất kỳ trong số các ma trận mã hóa trước nêu trên có thể thu được dựa vào thông số này, ví dụ, thông số có thể bao gồm nhưng không bị giới hạn ở thông số cấu hình bảng mã được liệt kê ở trên;

(b) ma trận bất kỳ trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê theo các phương án thực hiện nêu trên;

(c) ma trận được mở rộng dựa vào ma trận bất kỳ trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê theo các phương án thực hiện nêu trên;

(d) ma trận thu được bằng cách thực hiện phép biến đổi hàng/cột đối với ma trận bất kỳ trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê theo các phương án thực hiện nêu trên;

(e) ma trận được mở rộng dựa vào ma trận thu được bằng cách thực hiện phép biến đổi hàng/cột đối với ma trận bất kỳ trong số các ma trận mã hóa trước được liệt kê theo các phương án thực hiện nêu trên; và

(f) bảng mã, trong đó bảng mã này bao gồm ít nhất một trong số các ma trận trong (b), (c), (d) hoặc (e).

Cần hiểu rằng phép biến đổi hàng/cột là để chỉ phép biến đổi hàng, hoặc phép biến đổi cột hoặc phép biến đổi hàng và phép biến đổi cột theo sáng chế này.

Bước lưu trữ theo sáng chế này có thể là bước lưu trữ trong một hoặc nhiều bộ nhớ. Một hoặc nhiều bộ nhớ có thể được bố trí riêng biệt, hoặc có thể được tích hợp vào bộ mã hóa, bộ giải mã, bộ xử lý hoặc thiết bị truyền thông. Theo cách khác, một số trong số một hoặc nhiều bộ nhớ được bố trí riêng biệt, và một số trong số một hoặc nhiều bộ nhớ được tích hợp vào bộ giải mã, bộ xử lý hoặc thiết bị truyền thông. Kiểu bộ nhớ có thể là dạng bất kỳ của vật ghi lưu trữ. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Cần hiểu thêm rằng “sự thỏa thuận trước” nêu trên có thể được thực hiện bằng cách lưu trữ trước mã tương ứng hoặc bảng tương ứng trên các thiết bị (ví dụ, bao gồm thiết bị đầu cuối và thiết bị mạng) hoặc theo cách khác mà có thể được sử dụng để biểu thị thông tin có liên quan, và phương án thực hiện cụ thể của chúng không bị giới hạn ở sáng chế này.

Phần nêu trên mô tả một cách chi tiết phương pháp truyền thông theo một phương án của sáng chế dựa vào FIG.2 và FIG.3. Phần sau mô tả một cách chi tiết thiết bị truyền thông theo một phương án của sáng chế dựa vào các hình vẽ từ FIG.4 đến FIG.6.

FIG.4 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của thiết bị đầu cuối theo một phương án của sáng chế. Thiết bị đầu cuối này có thể được áp dụng cho hệ thống được thể hiện trên FIG.1, và thực hiện chức năng của thiết bị đầu cuối theo phương án về phương pháp nêu trên. Để dễ mô tả, FIG.4 chỉ thể hiện các thành phần chính của thiết bị đầu cuối. Như được thể hiện trên FIG.4, thiết bị đầu cuối 40 bao gồm bộ xử lý, bộ nhớ, mạch điều khiển, ăngten và thiết bị đầu vào/đầu ra. Bộ xử lý chủ yếu được tạo cấu hình để xử lý giao thức

truyền thông và dữ liệu truyền thông, điều khiển toàn bộ thiết bị đầu cuối, thực thi chương trình phần mềm và xử lý dữ liệu của chương trình phần mềm này. Ví dụ, bộ xử lý được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị đầu cuối trong khi thực hiện hành động được mô tả theo phương án về phương pháp nêu trên, ví dụ, xác định mã trận mã hóa trước dựa vào PMI và RI đã nhận, để mã hóa trước tín hiệu và gửi tín hiệu đã mã hóa trước này. Bộ nhớ chủ yếu được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình phần mềm và dữ liệu, ví dụ, lưu trữ tương quan, giữa thông tin chỉ báo và thông tin kết hợp, được mô tả theo phương án nêu trên. Mạch điều khiển chủ yếu được tạo cấu hình để thực hiện bước chuyển đổi giữa tín hiệu băng tần cơ sở và tín hiệu tần số vô tuyến, và xử lý tín hiệu tần số vô tuyến. Sự kết hợp của mạch điều khiển và ăngten có thể còn được gọi là bộ thu-phát chủ yếu được tạo cấu hình để gửi/nhận tín hiệu tần số vô tuyến dưới dạng sóng điện từ. Thiết bị đầu vào/đầu ra chẳng hạn như màn hình cảm ứng, màn hình hiển thị hoặc bàn phím chủ yếu được tạo cấu hình để nhận dữ liệu được nhập bởi người dùng, và kết xuất dữ liệu này đến người dùng.

Sau khi thiết bị đầu cuối được bật lên, bộ xử lý có thể đọc chương trình phần mềm trong bộ phận lưu trữ, biên dịch và thực thi lệnh của chương trình phần mềm, và xử lý dữ liệu của chương trình phần mềm này. Khi bộ xử lý cần gửi dữ liệu bằng cách sử dụng ăngten, sau khi thực hiện bước xử lý băng tần cơ sở đối với dữ liệu cần được gửi, bộ xử lý kết xuất tín hiệu băng tần cơ sở đến mạch tần số vô tuyến. Sau khi thực hiện bước xử lý tần số vô tuyến đối với tín hiệu băng tần cơ sở, mạch tần số vô tuyến gửi tín hiệu tần số vô tuyến dưới dạng sóng điện từ bằng cách sử dụng ăngten. Khi dữ liệu được gửi đến thiết bị đầu cuối, thì mạch tần số vô tuyến nhận tín hiệu tần số vô tuyến bằng cách sử dụng ăngten, chuyển đổi tín hiệu tần số vô tuyến này thành tín hiệu băng tần cơ sở, và kết xuất tín hiệu băng tần cơ sở đến bộ xử lý. Bộ xử lý chuyển đổi tín hiệu băng tần cơ sở thành dữ liệu, và xử lý dữ liệu này.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu rằng để dễ mô tả, FIG.4 chỉ thể hiện một bộ nhớ và một bộ xử lý. Thiết bị đầu cuối thực tế có thể có nhiều bộ xử lý và nhiều bộ nhớ. Bộ nhớ có thể còn được gọi là vật ghi lưu trữ, thiết bị lưu trữ hoặc thiết bị tương tự. Điều này không bị giới hạn ở phương án này của sáng chế.

Theo phương án thực hiện tùy chọn, bộ xử lý có thể bao gồm bộ xử lý băng tần cơ sở và bộ phận xử lý trung tâm. Bộ xử lý băng tần cơ sở chủ yếu được tạo cấu hình để xử lý giao thức truyền thông và dữ liệu truyền thông, và bộ phận xử lý trung tâm chủ yếu được tạo cấu hình để điều khiển toàn bộ thiết bị đầu cuối, thực thi chương trình phần

mềm và xử lý dữ liệu của chương trình phần mềm này. Các chức năng của bộ xử lý băng tần cơ sở và bộ phận xử lý trung tâm có thể được tích hợp vào bộ xử lý trên FIG.4. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu rằng bộ xử lý băng tần cơ sở và bộ phận xử lý trung tâm theo cách khác có thể là các bộ xử lý độc lập với nhau, và được liên kết bằng cách sử dụng công nghệ chẳng hạn như bus. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu rằng thiết bị đầu cuối có thể bao gồm các bộ xử lý băng tần cơ sở để thích ứng với các tiêu chuẩn mạng khác nhau, thiết bị đầu cuối có thể bao gồm các bộ phận xử lý trung tâm để cải thiện khả năng xử lý của thiết bị đầu cuối, và các thành phần của thiết bị đầu cuối có thể được kết nối bằng cách sử dụng các bus khác nhau. Bộ xử lý băng tần cơ sở có thể còn được thể hiện dưới dạng mạch xử lý băng tần cơ sở hoặc chip xử lý băng tần cơ sở. Bộ phận xử lý trung tâm có thể còn được thể hiện dưới dạng mạch xử lý trung tâm hoặc chip xử lý trung tâm. Chức năng xử lý giao thức truyền thông và dữ liệu truyền thông có thể được nhúng vào bộ xử lý, hoặc có thể được lưu trữ trong bộ phận lưu trữ dưới dạng chương trình phần mềm. Bộ xử lý thực thi chương trình phần mềm để thực hiện chức năng xử lý băng tần cơ sở.

Theo phương án này của sáng chế, ăngten có chức năng thu-phát và mạch điều khiển có thể được xem là bộ phận thu-phát 401 của thiết bị đầu cuối 40. Ví dụ, bộ phận thu-phát 401 được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị đầu cuối khi thực hiện chức năng nhận và chức năng gửi được mô tả trên FIG.2. Bộ xử lý có chức năng xử lý được xem là bộ phận xử lý 402 của thiết bị đầu cuối 40. Như được thể hiện trên FIG.4, thiết bị đầu cuối 40 bao gồm bộ phận thu-phát 401 và bộ phận xử lý 402. Bộ phận thu-phát có thể còn được gọi là máy thu-phát, bộ thu-phát, thiết bị thu-phát hoặc bộ phận tương tự. Tùy chọn, thành phần trong bộ phận thu-phát 401 và được tạo cấu hình để thực hiện chức năng nhận có thể được xem là bộ phận nhận, và thành phần trong bộ phận thu-phát 401 và được tạo cấu hình để thực hiện chức năng gửi có thể được xem là bộ phận gửi. Nói cách khác, bộ phận thu-phát 401 bao gồm bộ phận nhận và bộ phận gửi. Bộ phận nhận có thể còn được gọi là bộ thu, cổng đầu vào, mạch thu hoặc bộ phận tương tự, và bộ phận gửi có thể được gọi là máy phát, bộ phát, mạch phát hoặc bộ phận tương tự.

Bộ xử lý 402 có thể được tạo cấu hình để thực thi lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ, để điều khiển bộ phận thu-phát 401 nhận tín hiệu và/hoặc gửi tín hiệu, để hoàn thành chức năng của thiết bị đầu cuối theo phương án về phương pháp nêu trên. Theo một phương án thực hiện, chức năng của bộ phận thu-phát 401 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng mạch thu-phát hoặc chip thu-phát được dành riêng.

FIG.5 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của thiết bị mạng theo một phương án của sáng chế, ví dụ, có thể là sơ đồ cấu trúc sơ lược của trạm cơ sở. Như được thể hiện trên FIG.5, trạm cơ sở có thể được áp dụng cho hệ thống được thể hiện trên FIG.1, và thực hiện chức năng của thiết bị mạng theo phương án về phương pháp nêu trên. Trạm cơ sở 50 có thể bao gồm một hoặc nhiều đơn vị tần số vô tuyến chẳng hạn như các đơn vị vô tuyến từ xa (remote radio unit, RRU) 501 và một hoặc nhiều đơn vị băng tần cơ sở (baseband unit, BBU) (có thể còn được gọi là các đơn vị số (digital unit, DU)) 502. RRU 501 có thể được gọi là bộ phận thu-phát, bộ thu-phát, mạch thu-phát, máy thu-phát hoặc bộ phận tương tự, và có thể bao gồm ít nhất một anten 5011 và đơn vị tần số vô tuyến 5012. RRU 501 chủ yếu được tạo cấu hình để nhận và gửi tín hiệu tần số vô tuyến và thực hiện bước chuyển đổi giữa tín hiệu tần số vô tuyến và tín hiệu băng tần cơ sở, ví dụ, được tạo cấu hình để gửi thông điệp báo hiệu theo các phương án nêu trên đến thiết bị đầu cuối. BBU 502 chủ yếu được tạo cấu hình để thực hiện bước xử lý băng tần cơ sở, điều khiển trạm cơ sở và bước tương tự. RRU 501 và BBU 502 có thể được bố trí cùng nhau về mặt vật lý, hoặc có thể được bố trí riêng biệt về mặt vật lý, cụ thể là, có thể có trong trạm cơ sở phân tán.

BBU 502 là trung tâm điều khiển của trạm cơ sở, có thể còn được gọi là bộ phận xử lý, và chủ yếu được tạo cấu hình để thực hiện chức năng xử lý băng tần cơ sở, ví dụ, mã hóa kênh, ghép kênh, điều biến và lan truyền. Ví dụ, BBU (bộ phận xử lý) 502 có thể được tạo cấu hình để điều khiển trạm cơ sở thực hiện thủ tục hoạt động có liên quan đến thiết bị mạng theo phương án về phương pháp nêu trên.

Trong một trường hợp, BBU 502 có thể bao gồm một hoặc nhiều bảng mạch, và các bảng mạch này có thể cùng hỗ trợ mạng truy cập vô tuyến (ví dụ, mạng LTE) của một công nghệ truy cập duy nhất, hoặc có thể hỗ trợ riêng biệt các mạng truy cập vô tuyến (chẳng hạn như mạng LTE, mạng 5G hoặc mạng khác) của các công nghệ truy cập khác nhau. BBU 502 còn bao gồm bộ nhớ 5021 và bộ xử lý 5022, trong đó bộ nhớ 5021 được tạo cấu hình để lưu trữ các lệnh và dữ liệu cần thiết. Ví dụ, bộ nhớ 5021 lưu trữ tương quan giữa chỉ số bảng mã và ma trận mã hóa trước theo phương án nêu trên. Bộ xử lý 5022 được tạo cấu hình để điều khiển trạm cơ sở thực hiện hành động cần thiết. Ví dụ, bộ xử lý 5022 được tạo cấu hình để điều khiển trạm cơ sở thực hiện thủ tục hoạt động có liên quan đến thiết bị mạng theo phương án về phương pháp nêu trên. Bộ nhớ 5021 và bộ xử lý 5022 có thể sử dụng một hoặc nhiều bảng mạch. Nói cách khác, bộ nhớ và bộ xử lý có thể được bố trí riêng biệt trên mỗi bảng mạch, hoặc các bảng này có thể chia sẻ cùng bộ nhớ và cùng bộ xử lý. Ngoài ra, mạch cần thiết có thể còn được bố trí trên

mỗi bảng mạch.

FIG.6 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của thiết bị truyền thông 600. Thiết bị truyền thông 600 này có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp được mô tả theo phương án về phương pháp nêu trên. Chi tiết là, dựa vào phần mô tả theo phương án về phương pháp nêu trên. Thiết bị truyền thông 600 có thể là chip, thiết bị mạng (ví dụ, trạm cơ sở), thiết bị đầu cuối, thiết bị mạng khác hoặc thiết bị tương tự.

Thiết bị truyền thông 600 bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 601. Bộ xử lý 601 này có thể là bộ xử lý dùng cho mục đích chung, bộ xử lý dùng cho mục đích cụ thể hoặc bộ xử lý tương tự. Ví dụ, bộ xử lý 601 có thể là bộ xử lý băng tần cơ sở hoặc bộ phận xử lý trung tâm. Bộ xử lý băng tần cơ sở có thể được tạo cấu hình để xử lý giao thức truyền thông và dữ liệu truyền thông. Bộ phận xử lý trung tâm có thể được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị truyền thông (ví dụ, trạm cơ sở, thiết bị đầu cuối hoặc chip), thực thi chương trình phần mềm và xử lý dữ liệu của chương trình phần mềm này. Thiết bị truyền thông này có thể bao gồm bộ phận thu-phát, được tạo cấu hình để thực hiện bước nhập liệu (nhận) và kết xuất (gửi) tín hiệu. Ví dụ, thiết bị truyền thông có thể là chip, và bộ phận thu-phát có thể là mạch đầu vào và/hoặc đầu ra hoặc giao diện truyền thông của chip. Chip có thể được sử dụng bởi đầu cuối, trạm cơ sở hoặc thiết bị mạng khác. Ví dụ khác, thiết bị truyền thông có thể là thiết bị đầu cuối, trạm cơ sở hoặc thiết bị mạng khác, và bộ phận thu-phát có thể là bộ thu-phát hoặc chip tần số vô tuyến.

Thiết bị truyền thông 600 bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 601, và một hoặc nhiều bộ xử lý 601 có thể thực hiện phương pháp được thực hiện bởi thiết bị mạng hoặc thiết bị đầu cuối theo một phương án được thể hiện trên FIG.2.

Theo một thiết kế khả thi, thiết bị truyền thông 600 bao gồm phương tiện (means) để tạo ra PMI và RI và phương tiện (means) để gửi PMI và RI. Các chức năng của phương tiện để tạo ra PMI và RI và phương tiện để gửi PMI và RI có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý. Ví dụ, PMI và RI có thể được tạo ra bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý, và được gửi bằng cách sử dụng bộ thu-phát, mạch đầu vào/đầu ra hoặc giao diện của chip. Đối với PMI và RI, dựa vào phần mô tả có liên quan theo phương án về phương pháp nêu trên.

Theo một thiết kế khả thi, thiết bị truyền thông 600 bao gồm phương tiện (means) để nhận PMI và RI, và phương tiện (means) để xác định ma trận mã hóa trước và mã hóa trước tín hiệu. Đối với PMI, RI, và cách để xác định ma trận mã hóa trước, dựa vào phần mô tả có liên quan theo phương án về phương pháp nêu trên. Ví dụ, PMI và RI có thể

nhận được bằng cách sử dụng bộ thu-phát, hoặc mạch đầu vào/đầu ra, hoặc giao diện của chip, tín hiệu được mã hóa trước có thể được gửi bằng cách sử dụng bộ thu-phát, hoặc mạch đầu vào/đầu ra hoặc giao diện của chip, ma trận mã hóa trước được xác định dựa vào PMI và RI bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý, và tín hiệu được mã hóa trước dựa vào PMI và RI bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý.

Tùy chọn, bộ xử lý 601 có thể còn thực hiện chức năng khác ngoài phương pháp theo một phương án được thể hiện trên FIG.2.

Tùy chọn, theo một thiết kế, bộ xử lý 601 có thể còn bao gồm lệnh 603. Lệnh này có thể chạy trên bộ xử lý, sao cho thiết bị truyền thông 600 thực hiện phương pháp được mô tả theo phương án về phương pháp nêu trên.

Theo một thiết kế khả thi khác, thiết bị truyền thông 600 theo cách khác có thể bao gồm mạch. Mạch này có thể thực hiện chức năng của thiết bị mạng hoặc thiết bị đầu cuối theo phương án về phương pháp nêu trên.

Theo một thiết kế khả thi khác nữa, thiết bị truyền thông 600 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ nhớ 602. Một hoặc nhiều bộ nhớ 600 này lưu trữ lệnh 604. Lệnh này có thể chạy trên bộ xử lý, sao cho thiết bị truyền thông 600 thực hiện phương pháp được mô tả theo phương án về phương pháp nêu trên. Tùy chọn, bộ nhớ có thể còn lưu trữ dữ liệu. Tùy chọn, bộ xử lý có thể còn lưu trữ lệnh và/hoặc dữ liệu. Ví dụ, một hoặc nhiều bộ nhớ 602 có thể lưu trữ tương quan, giữa thông tin chỉ báo và kiểu ma trận mã hóa trước, được mô tả theo phương án nêu trên hoặc thông số, bảng hoặc dạng tương tự có liên quan theo phương án nêu trên. Bộ xử lý và bộ nhớ có thể được bố trí riêng biệt, hoặc có thể được tích hợp cùng nhau.

Theo một thiết kế khả thi khác nữa, thiết bị truyền thông 600 có thể còn bao gồm bộ phận thu-phát 605 và ăngten 606. Bộ xử lý 601 có thể được gọi là bộ phận xử lý, và điều khiển thiết bị truyền thông (tiết bị đầu cuối hoặc trạm cơ sở). Bộ phận thu-phát 605 có thể được gọi là bộ thu-phát, mạch thu-phát, máy thu-phát hoặc bộ phận tương tự, và được tạo cấu hình để thực hiện chức năng thu-phát của thiết bị truyền thông bằng cách sử dụng ăngten 606.

Sáng chế này còn đề xuất hệ thống truyền thông, bao gồm một hoặc nhiều thiết bị mạng và một hoặc nhiều thiết bị đầu cuối nêu trên.

Cần hiểu rằng, bộ xử lý theo các phương án của sáng chế có thể là bộ phận xử lý trung tâm (Central Processing Unit, CPU), bộ xử lý có thể còn là bộ xử lý dùng cho mục

đích chung khác, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP), mạch tích hợp dùng cho ứng dụng cụ thể (application-specific integrated circuit, ASIC), mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array, FPGA) hoặc thiết bị logic lập trình được khác, cổng rời rạc hoặc thiết bị logic tranzito, thành phần phần cứng rời rạc hoặc thành phần tương tự. Bộ xử lý dùng cho mục đích chung có thể là bộ vi xử lý hoặc bộ xử lý có thể là bộ xử lý thông thường bất kỳ hoặc bộ xử lý tương tự.

Cần hiểu thêm rằng bộ nhớ theo các phương án của sáng chế này có thể là bộ nhớ khả biến hoặc bộ nhớ không khả biến hoặc có thể bao gồm cả bộ nhớ khả biến và bộ nhớ không khả biến. Bộ nhớ không khả biến có thể là bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory, ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được (programmable ROM, PROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được (erasable PROM, EPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện (electrically EPROM, EEPROM) hoặc bộ nhớ chớp. Bộ nhớ khả biến có thể là bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory, RAM), được sử dụng làm một bộ nhớ đệm bên ngoài. Thông qua ví dụ nhưng không làm giới hạn phần mô tả, nhiều dạng của các bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory, RAM) có thể được sử dụng, ví dụ, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (static RAM, SRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory, DRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên đồng bộ (synchronous DRAM, SDRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên đồng bộ tốc độ dữ liệu kép (double data rate SDRAM, DDR SDRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên đồng bộ tăng cường (enhanced SDRAM, ESDRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động liên kết đồng bộ (synchlink DRAM, SLDRAM), và bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên rambus trực tiếp (direct rambus RAM, DR RAM).

Tất cả hoặc một số phương án nêu trên có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm, phần cứng, phần sụn hoặc sự kết hợp bất kỳ của các phần này. Khi phần mềm được sử dụng để thực hiện các phương án này, thì các phương án nêu trên có thể được thực hiện một cách hoàn toàn hoặc một phần dưới dạng sản phẩm chương trình máy tính. Sản phẩm chương trình máy tính này bao gồm một hoặc nhiều lệnh máy tính hoặc chương trình máy tính.

Khi các lệnh chương trình hoặc chương trình máy tính được tải hoặc thực thi trên máy tính, thì các thủ tục hoặc chức năng theo các phương án của sáng chế được tạo ra tất cả hoặc một phần.

Máy tính có thể là máy tính dùng cho mục đích chung, máy tính dùng cho mục đích cụ thể, mạng máy tính hoặc thiết bị lập trình được khác. Các lệnh máy tính có thể

được lưu trữ trong vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính hoặc có thể được truyền từ vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính này đến vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính khác. Ví dụ, các lệnh máy tính có thể được truyền từ trang web, máy tính, máy chủ hoặc trung tâm dữ liệu này đến trang web, máy tính, máy chủ hoặc trung tâm dữ liệu khác theo cách có dây (ví dụ, hồng ngoại, vô tuyến và vi sóng). Vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính có thể là vật ghi sử dụng được bất kỳ truy cập được bởi máy tính, hoặc thiết bị lưu trữ dữ liệu, chẳng hạn như máy chủ hoặc trung tâm dữ liệu, tích hợp một hoặc nhiều vật ghi sử dụng được này. Vật ghi sử dụng được có thể là vật ghi từ (ví dụ, đĩa mềm, đĩa cứng, hoặc băng từ), vật ghi quang (ví dụ, DVD) hoặc vật ghi bán dẫn. Vật ghi bán dẫn có thể là ổ đĩa thể rắn.

Cần hiểu rằng thuật ngữ “và/hoặc” trong bản mô tả này chỉ mô tả mối quan hệ kết hợp để mô tả các đối tượng được kết hợp và thể hiện rằng ba mối quan hệ có thể tồn tại. Ví dụ, A và/hoặc B có thể thể hiện ba trường hợp sau: Chỉ A tồn tại, cả A và B tồn tại và chỉ B tồn tại. Ngoài ra, ký tự “/” trong bản mô tả này thường là dạng được đơn giản hóa của “và/hoặc”.

Cần hiểu rằng các số trình tự của các quy trình nêu trên không có nghĩa là các trình tự thực thi theo các phương án khác nhau của sáng chế. Các trình tự thực thi của xử lý nên được xác định theo các chức năng và logic bên trong của các quy trình, và không nên được hiểu là giới hạn bất kỳ đối với các quy trình thực hiện theo các phương án của sáng chế này.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể nhận ra rằng, khi kết hợp với các ví dụ được mô tả theo các phương án được mô tả trong bản mô tả này, các bộ phận và các bước thuật toán có thể được thực hiện bởi phần cứng điện tử hoặc sự kết hợp của phần mềm máy tính và phần cứng điện tử. Xem các chức năng có được thực hiện bởi phần cứng hoặc phần mềm hay không tùy thuộc vào các ứng dụng cụ thể và các điều kiện ràng buộc về thiết kế của các giải pháp kỹ thuật. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các chức năng được mô tả đối với mỗi ứng dụng cụ thể, nhưng sẽ không được xem là phương án thực hiện này vượt quá phạm vi của sáng chế.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu một cách rõ ràng rằng, nhằm mục đích thuận tiện và mô tả ngắn gọn, đối với quy trình hoạt động chi tiết của hệ thống, thiết bị và bộ phận nêu trên, dựa vào quy trình tương ứng theo phương án về phương pháp nêu trên, và các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Theo một số phương án được đề xuất theo sáng chế này, cần hiểu rằng hệ thống, thiết bị và phương pháp được mô tả có thể được thực hiện theo các cách khác. Ví dụ, phương án về thiết bị được mô tả chỉ là một ví dụ. Ví dụ, sự phân chia bộ phận chỉ là sự phân chia chức năng logic và có thể là sự phân chia khác theo phương án thực hiện thực tế. Ví dụ, các bộ phận hoặc thành phần có thể được kết hợp hoặc được tích hợp vào hệ thống khác, hoặc một số dấu hiệu có thể được bỏ qua hoặc không được thực hiện. Ngoài ra, các ghép nối tương hỗ được hiển thị hoặc thảo luận hoặc ghép nối trực tiếp hoặc kết nối truyền thông có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một số giao diện. Các ghép nối gián tiếp hoặc kết nối truyền thông giữa các thiết bị hoặc bộ phận có thể được thực hiện dưới dạng điện tử, cơ học hoặc dạng khác.

Các bộ phận được mô tả là các phần riêng biệt có thể hoặc có thể không tách rời về mặt vật lý, và các phần được hiển thị dưới dạng các bộ phận có thể hoặc không thể là các bộ phận vật lý, có thể nằm ở một vị trí, hoặc có thể được phân bố ở các bộ phận mạng. Một số hoặc tất cả các bộ phận có thể được chọn dựa vào các yêu cầu thực tế để đạt được các mục đích của các giải pháp theo các phương án.

Ngoài ra, các bộ phận chức năng theo các phương án của sáng chế có thể được tích hợp vào một bộ phận xử lý, hoặc mỗi trong số các bộ phận này có thể tồn tại độc lập về mặt vật lý, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai bộ phận được tích hợp vào một bộ phận.

Khi các chức năng được thực hiện dưới dạng bộ phận chức năng phần mềm và được bán hoặc sử dụng dưới dạng sản phẩm độc lập, thì các chức năng có thể được lưu trữ trong vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính. Dựa vào sự hiểu biết này, các giải pháp kỹ thuật của sáng chế về cơ bản, hoặc đóng góp một phần vào tình trạng kỹ thuật trước, hoặc một số giải pháp kỹ thuật có thể được thực hiện dưới dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm máy tính được lưu trữ trong vật ghi lưu trữ, và bao gồm một số lệnh để lệnh cho thiết bị máy tính (có thể là máy tính cá nhân, máy chủ hoặc thiết bị mạng) thực hiện tất cả hoặc một số trong số các bước của các phương pháp được mô tả theo các phương án của sáng chế này. Vật ghi lưu trữ nêu trên bao gồm: vật ghi bất kỳ có thể lưu trữ mã chương trình, chẳng hạn như ổ đĩa chớp USB, đĩa cứng tháo rời được, bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory, ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), đĩa từ hoặc đĩa quang.

Các phần mô tả nêu trên chỉ là các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế này, nhưng không nhằm làm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế này. Thay đổi hoặc thay thế bất kỳ được thực hiện một cách dễ dàng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh

vực kỹ thuật nằm trong phạm vi kỹ thuật được mô tả theo sáng chế này sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế sẽ tuân theo phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận thông tin chỉ báo thứ nhất thông qua báo hiệu tăng cao hơn, thông tin chỉ báo thứ nhất này biểu thị tập con bảng mã khả dụng;

nhận thông tin điều khiển đường xuống,

xác định ma trận mã hóa trước tương ứng với bộ chỉ báo ma trận mã hóa trước truyền dẫn (transmission precoding matrix indicator, TPMI) và hạng truyền dẫn thu được từ thông tin điều khiển đường xuống, trong đó ma trận mã hóa trước này thuộc về tập con bảng mã khả dụng được biểu thị bởi thông tin chỉ báo thứ nhất;

mã hóa trước tín hiệu dựa vào ma trận mã hóa trước đã xác định; và

gửi tín hiệu được mã hóa trước đến thiết bị mạng;

trong đó tập con bảng mã khả dụng là tập con bảng mã thứ nhất, tập con bảng mã thứ hai hoặc tập con bảng mã thứ ba, tập con bảng mã thứ nhất bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, tập con bảng mã thứ hai bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, tập con bảng mã thứ ba bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba; và

trong đó ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất là sự mã hóa trước không nhất quán, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai là sự mã hóa trước nhất quán một phần và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba là sự mã hóa trước nhất quán.

2. Phương pháp truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

gửi thông tin chỉ báo thứ nhất đến thiết bị đầu cuối thông qua báo hiệu tăng cao hơn, thông tin chỉ báo thứ nhất này biểu thị tập con bảng mã khả dụng;

gửi thông tin điều khiển đường xuống đến thiết bị đầu cuối;

nhận tín hiệu được mã hóa trước từ thiết bị đầu cuối, trong đó tín hiệu được mã hóa trước này tương ứng với ma trận mã hóa trước tương ứng với bộ chỉ báo ma trận mã hóa trước truyền dẫn (TPMI) và hạng truyền dẫn được mang bởi thông tin điều khiển đường xuống, trong đó ma trận mã hóa trước này thuộc về tập con bảng mã khả dụng được biểu thị bởi thông tin chỉ báo thứ nhất;

trong đó tập con bảng mã khả dụng là tập con bảng mã thứ nhất, tập con bảng mã

thứ hai hoặc tập con bảng mã thứ ba, tập con bảng mã thứ nhất bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất, tập con bảng mã thứ hai bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai, tập con bảng mã thứ ba bao gồm ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất và ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba; và

trong đó ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất là sự mã hóa trước không nhất quán, ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai là sự mã hóa trước nhất quán một phần và ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba là sự mã hóa trước nhất quán.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó mỗi vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất chỉ bao gồm một phần tử khác không, các phần tử khác không này trong hai vectơ cột bất kỳ nằm ở các hàng khác nhau, ít nhất một vectơ cột của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai bao gồm ít nhất một phần tử khác không và ít nhất hai phần tử khác không, mỗi phần tử ở ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba là phần tử khác không, và hai vectơ cột bất kỳ của ma trận bất kỳ trong ma trận mã hóa trước kiểu thứ ba trực giao với nhau khi hạng truyền dẫn lớn hơn 1.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1-3, trong đó thông tin chỉ báo thứ nhất bao gồm một trường chỉ báo, giá trị thứ nhất của trường chỉ báo biểu thị tập con bảng mã thứ nhất, giá trị thứ hai của trường chỉ báo biểu thị tập con bảng mã thứ hai và giá trị thứ ba của trường chỉ báo biểu thị tập con bảng mã thứ ba.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1-4, trong đó các số lượng bit của các chỉ số bảng mã đối với các tập con bảng mã khả dụng khác nhau là khác nhau, các chỉ số bảng mã này được mang trong thông tin điều khiển đường xuống.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó số lượng bit của các chỉ số bảng mã đối với tập con bảng mã thứ nhất nhỏ hơn số lượng bit của các chỉ số bảng mã đối với tập con bảng mã thứ ba.

7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó số lượng bit của các chỉ số bảng mã đối với tập con bảng mã thứ hai nhỏ hơn số lượng bit của các chỉ số bảng mã đối với tập con bảng mã thứ ba.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1-7, trong đó ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất bao gồm ít nhất một trong số ma trận sau:

$$W_1 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận mà có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_1 .

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1-8, trong đó ma trận mã hóa trước kiểu thứ nhất bao gồm ít nhất một trong số ma trận sau:

$$W_4 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận mà có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_4 .

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1-9, trong đó ma trận mã hóa trước kiểu thứ hai bao gồm ít nhất một trong số ma trận sau:

$$W_{11} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ \varphi_1 & 0 & -\varphi_1 & 0 \\ 0 & \varphi_2 & 0 & -\varphi_2 \end{bmatrix}, \text{ hoặc}$$

ma trận mà có mối quan hệ biến đổi hàng và/hoặc cột với W_{11} , trong đó

$\varphi_1 \in \{1, -1, j, -j\}$, $\varphi_2 \in \{1, -1, j, -j\}$, và j là đơn vị ảo.

11. Thiết bị truyền thông, bao gồm bộ xử lý, được ghép nối với bộ nhớ; trong đó bộ xử lý này được tạo cấu hình để thực thi các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ để khiến thiết bị này thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, và từ 3-10.

12. Thiết bị truyền thông, bao gồm bộ xử lý, được ghép nối với bộ nhớ; trong đó bộ xử lý này được tạo cấu hình để thực thi các lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ để khiến thiết bị này thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2-10.

13. Vật ghi lưu trữ đọc được không khả biến, bao gồm các lệnh, mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý, thì khiến thiết bị bao gồm bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, và từ 3-10.

14. Vật ghi lưu trữ đọc được không khả biến, bao gồm các lệnh, mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý, thì khiến thiết bị bao gồm bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ

kỳ trong số các điểm từ 2-10.

1/4

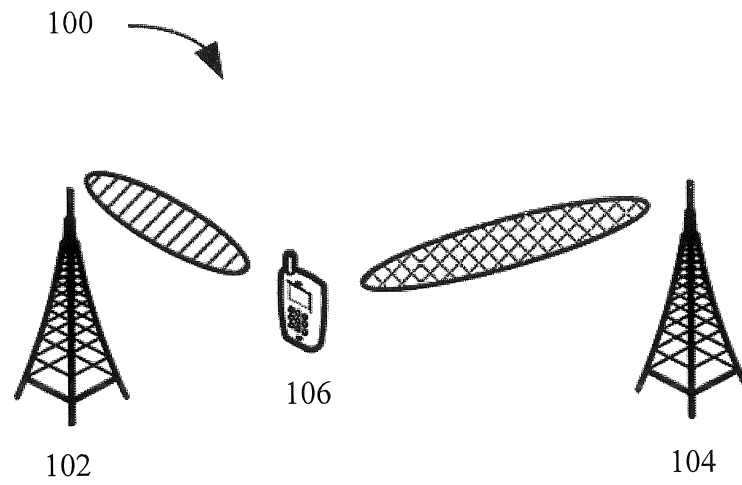


FIG.1

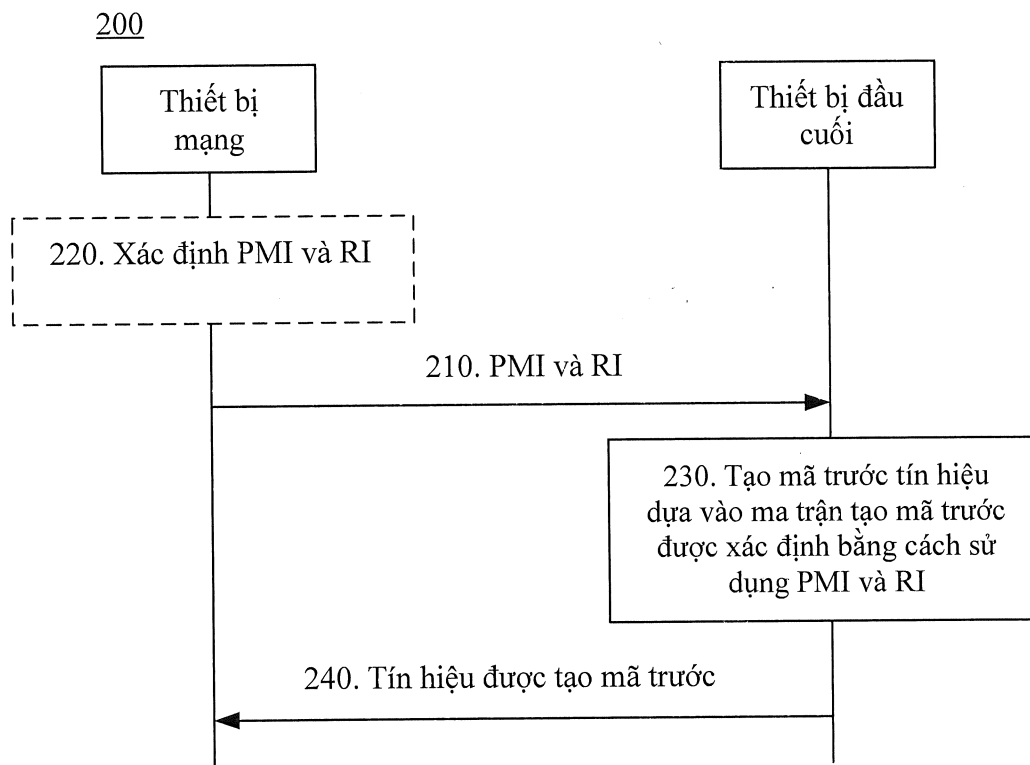


FIG.2

2/4

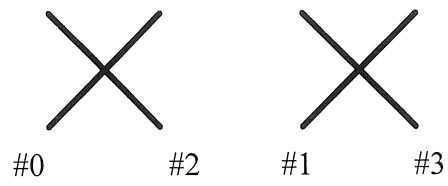


FIG.3

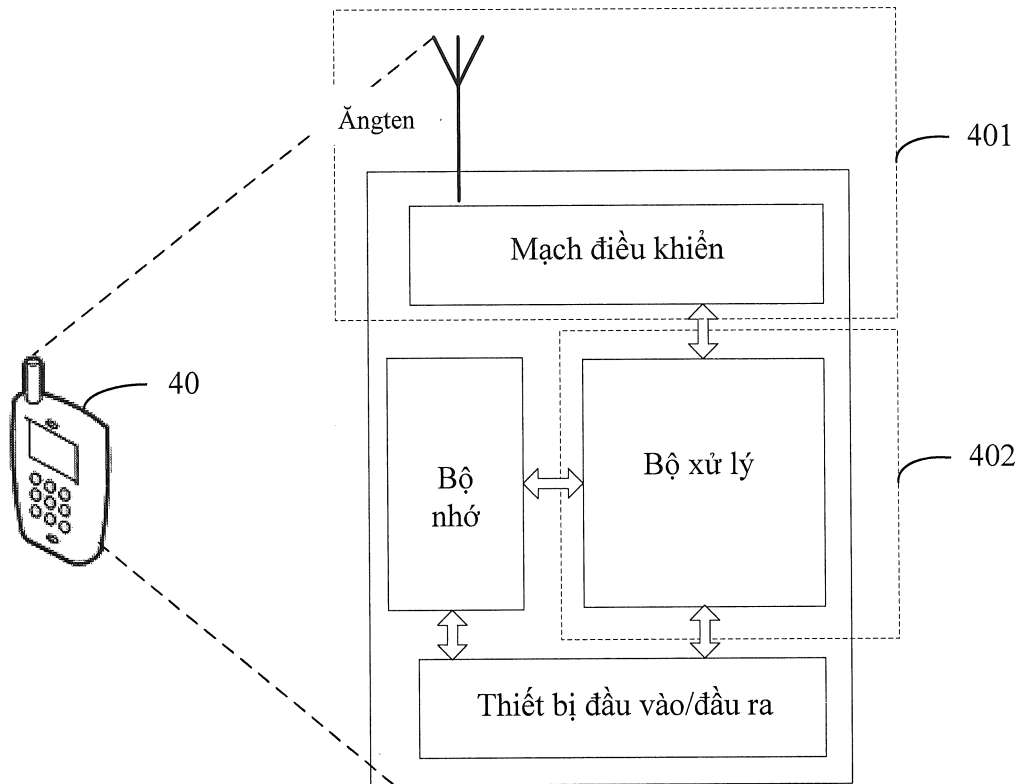


FIG.4

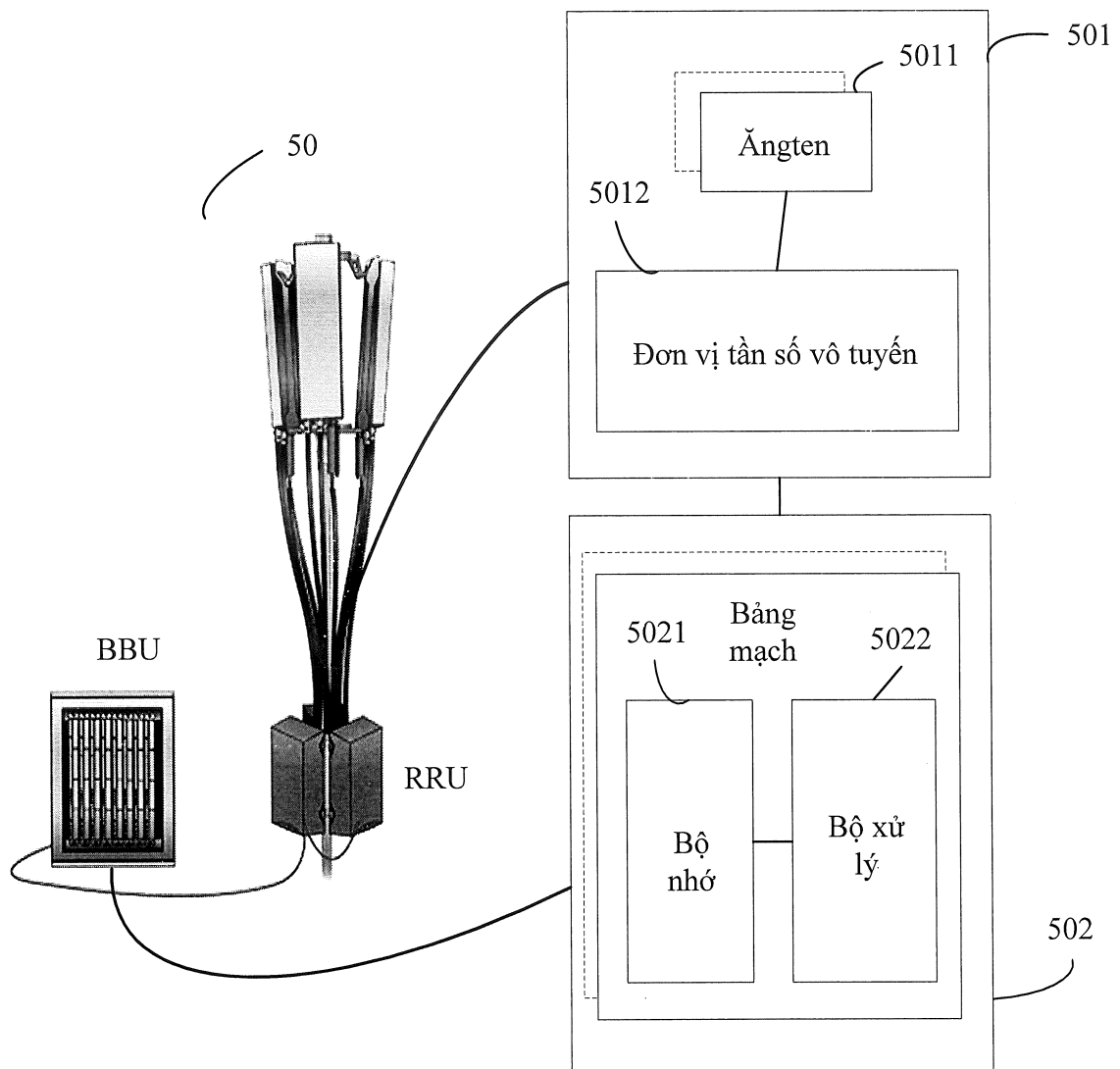


FIG.5

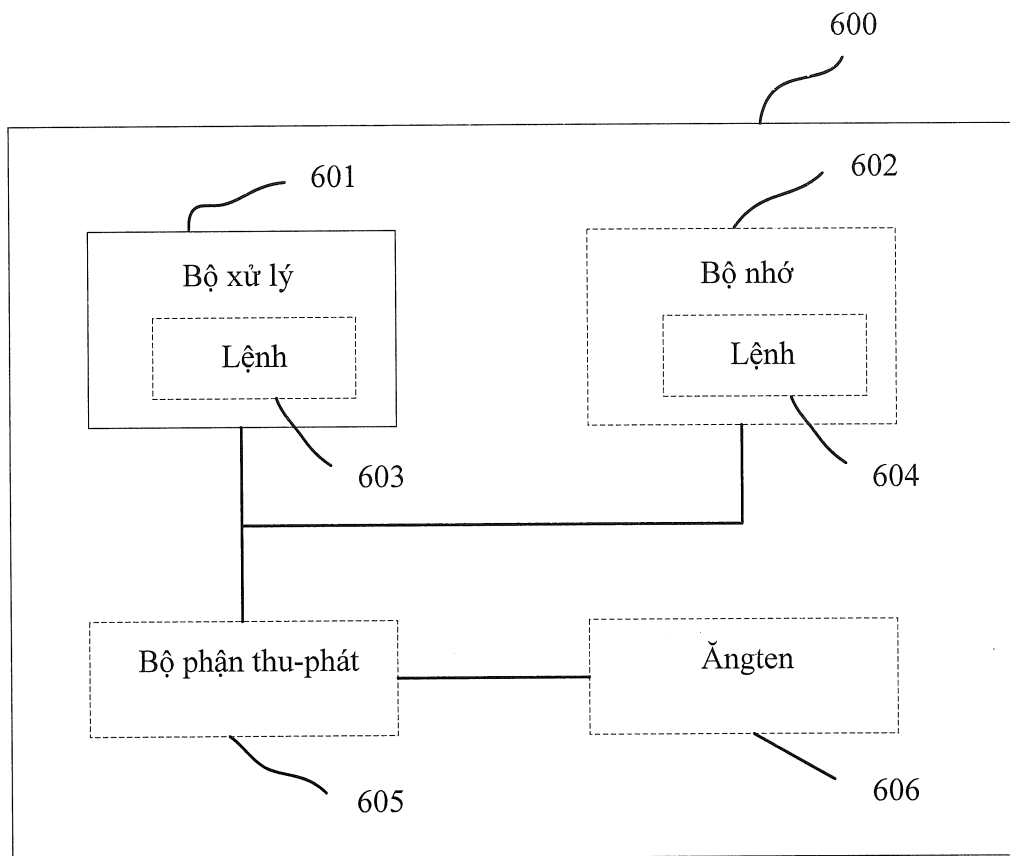


FIG.6