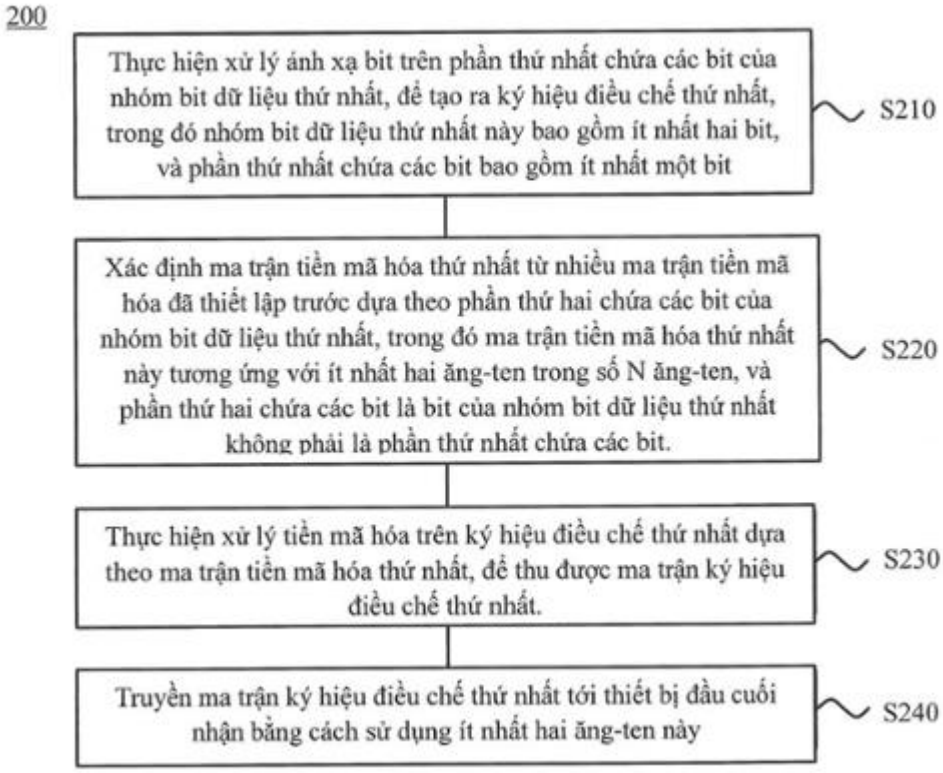
(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(11) **1-0032851**
(51)[7] **H04L 1/06**; H04L 27/34
(13) **B**

(21) 1-2017-02638
(22) 11/12/2014
(86) PCT/CN2014/093539 11/12/2014
(87) WO2016/090588 16/06/2016
(45) 25/08/2022 413
(43) 25/09/2017 354A
(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong 518129, China
(72) WU, Yiqun (CN); ZHANG, Shunqing (CN); CHEN, Yan (CN).
(74) Công ty Luật TNHH quốc tế BMVN (BMVN INTERNATIONAL LLC)

(54) THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI TRUYỀN, THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI NHẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN DỮ LIỆU

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp truyền dữ liệu, thiết bị đầu cuối truyền, và thiết bị đầu cuối nhận. Phương pháp này bao gồm: thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất; xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này; thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất này, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất; và truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten. Dựa vào phương pháp truyền dữ liệu theo các phương án của sáng chế, một phần chứa các bit của nhóm bit dữ liệu được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế, phần khác chứa các bit được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên các ký hiệu điều chế này dựa vào ma trận tiền mã hóa này, để thu được ma trận ký hiệu điều chế, để các bit dữ liệu sau khi được tiền mã hóa có thể tương ứng với nhiều ăng-ten, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.


200
Thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit
S210
Xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất không phải là phần thứ nhất chứa các bit.
S220
Thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất.
S230
Truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten này
S240

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông, và cụ thể là đề cập đến phương pháp truyền dữ liệu, thiết bị đầu cuối truyền, và thiết bị đầu cuối nhận trong lĩnh vực truyền thông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với sự phát triển nhanh chóng của các công nghệ và các ứng dụng Internet và sự tăng trưởng nhanh số người dùng Internet, hệ thống truyền thông có yêu cầu ngày càng cao về hiệu suất truyền dữ liệu. Hiện tại, chính sách truyền đa ăng-ten được sử dụng nhiều nhất để thu được hiệu suất tỷ lệ lỗi bit tốt hơn và tốc độ truyền dữ liệu cao hơn. Trong quá trình truyền đa ăng-ten, công nghệ điều chế không gian (Spatial Modulation - SM) được áp dụng rộng rãi nhất.

Công nghệ điều chế không gian sử dụng kết cấu đa ăng-ten theo phương thức ánh xạ một số bit dữ liệu tới các ký hiệu điều chế biên độ vuông góc (Quadrature Amplitude Modulation - QAM) và ánh xạ các bit dữ liệu khác để truyền các số thứ tự ăng-ten. Ví dụ, khi bit dữ liệu cần được truyền là 010, 0 tương ứng với ăng-ten truyền thứ nhất, và 10 tương ứng với ký hiệu điều chế 1–i; và khi các bit cần được truyền là 111, 1 tương ứng với ăng-ten truyền thứ hai, và 11 tương ứng với ký hiệu điều chế –1–i. Theo cách này, ký hiệu điều chế 1–i được truyền bằng cách sử dụng ăng-ten truyền thứ nhất, và ký hiệu điều chế –1–i được truyền bằng cách sử dụng ăng-ten truyền thứ hai. So với các sơ đồ truyền đa ăng-ten khác, công nghệ điều chế không gian này có đặc điểm là xử lý ở bộ truyền đơn giản hơn và độ phức tạp giải mã thấp ở bộ nhận, và không đòi hỏi các ăng-ten phải đồng bộ hoàn toàn với nhau, và do đó có hiệu suất tốt hơn trong điều kiện kênh truyền cụ thể.

Tuy nhiên, trong công nghệ điều chế không gian hiện có, nhóm các bit dữ liệu được truyền bằng cách sử dụng một ăng-ten sau khi được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế, và khi ăng-ten truyền được chọn dựa theo số thứ tự ăng-ten rơi vào đúng pha đinh sâu thì sẽ xảy ra gián đoạn truyền. Do đó, độ tin cậy truyền của công nghệ điều chế không gian hiện có là thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án của sáng chế đề xuất phương pháp truyền dữ liệu, thiết bị đầu cuối truyền, và thiết bị đầu cuối nhận, để giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong

điều chế không gian.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp truyền dữ liệu, trong đó phương pháp này được thực hiện bởi thiết bị đầu cuối truyền, thiết bị đầu cuối truyền này bao gồm N ăng-ten, và $N \geqslant 2$; và phương pháp này bao gồm: thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và phần thứ nhất chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit;

xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten này, và phần thứ hai chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit;

thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất này, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten này.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ nhất này, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này bao gồm R hàng và C cột, trong đó R tương ứng với số lượng của ít nhất hai ăng-ten này, và C tương ứng với số lượng các ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ nhất này, việc truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten bao gồm:

thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra sau khi thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit, và ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi xử lý xếp chồng tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten này.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ nhất này, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ nhất này, số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau, và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ nhất này, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ nhất này, phần tử của ma trận tiền mã hóa là 0 hoặc 1.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ nhất này, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ nhất này, việc xử lý ánh xạ bit là ánh xạ các bit bằng cách sử dụng từ mã, từ mã này là vectơ số phức đa chiều và được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ nhất này, theo cách thức thực hiện có thể thứ sáu của khía cạnh thứ nhất này, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào khía cạnh thứ hai hoặc cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ nhất này, theo cách thức thực hiện có thể thứ bảy của khía cạnh thứ nhất này, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ bảy của khía cạnh thứ nhất này, theo cách thức thực hiện có thể thứ tám của khía cạnh thứ nhất này, thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị mạng; hoặc

thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị đầu cuối.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp truyền dữ liệu, trong đó phương pháp này được thực hiện bởi thiết bị đầu cuối nhận, bao gồm: nhận ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền này sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong số nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước, ký hiệu

điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, và ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit; và

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ hai này, việc thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa;

giải mã ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất dựa vào các khuếch đại kênh này, để thu được các giá trị hàm hợp lý logarit (log-likelihood value) tương ứng với tất cả các tổ hợp của các ký hiệu điều chế và các ma trận tiền mã hóa; và

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ hai này, trước khi giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, phương pháp này còn bao gồm:

lấy thông tin ưu tiên của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này; và

việc giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này sẽ bao gồm:

dựa vào thông tin ưu tiên này, giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ hai hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất hoặc thứ hai của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của

khía cạnh thứ hai này, phương pháp này còn bao gồm:

nhận ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit, ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, và thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng thiết bị đầu cuối truyền này; và việc thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất sẽ bao gồm:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này và ít nhất một nhóm bit dữ liệu thứ hai.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ hai hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ hai này, việc xử lý ánh xạ bit là ánh xạ các bit bằng cách sử dụng từ mã, từ mã này là vectơ số phức đa chiều và được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ hai hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ hai này, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ sáu của khía cạnh thứ hai này, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ hai hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ sáu của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ bảy của khía cạnh thứ hai này, thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị mạng; hoặc

thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị đầu cuối.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối truyền, trong đó thiết bị đầu cuối truyền này bao gồm N ăng-ten, và N≥2; và thiết bị đầu cuối truyền này bao gồm: mô đun ánh xạ, được cấu hình để thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và phần thứ nhất chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit;

mô đun xác định thứ nhất, được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten, và phần thứ hai chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit;

mô đun tiền mã hóa được cấu hình để thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất thu được bởi mô đun ánh xạ dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất được xác định bởi mô đun xác định thứ nhất, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất; và

mô đun truyền được cấu hình để truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi mô đun tiền mã hóa thực hiện xử lý tiền mã hóa, tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ ba này, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này bao gồm R hàng và C cột, trong đó R tương ứng với số lượng của ít nhất hai ăng-ten này, và C tương ứng với số lượng các ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ ba hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ ba này, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ ba này, mô đun truyền này được cấu hình riêng để:

thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra sau khi thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này khác với phần thứ ba chứa các bit, và ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít

nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi xử lý xếp chồng tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ ba này, số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau, và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ ba hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ ba này, phần tử của ma trận tiền mã hóa là 0 hoặc 1.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ ba hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ ba này, việc xử lý ánh xạ bit được thực hiện bởi mô đun ánh xạ là ánh xạ các bit bằng cách sử dụng từ mã, từ mã này là vectơ số phức đa chiều và được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ ba hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ ba này, theo cách thức thực hiện có thể thứ sáu của khía cạnh thứ ba này, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào khía cạnh thứ hai hoặc cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện có thể thứ bảy của khía cạnh thứ ba này, ký hiệu điều chế thứ hai bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ ba hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ bảy của khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện có thể thứ tám của khía cạnh thứ ba này, thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị mạng; hoặc

thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị đầu cuối.

Dựa vào khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối nhận bao gồm: mô đun nhận, được cấu hình để nhận ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền này sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa

trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong số nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước, ký hiệu điều chế thứ nhất được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền này sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, và ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, nhóm bit dữ liệu thứ nhất bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit; và

mô đun xác định được cấu hình để thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được nhận bởi mô đun nhận, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Dựa vào khía cạnh thứ tư, theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ tư này, mô đun xác định này được cấu hình riêng để:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, để xác định các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa;

giải mã ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào các khuếch đại kênh này, để thu được các giá trị hàm hợp lý logarit tương ứng với tất cả các tổ hợp của các ký hiệu điều chế và các ma trận tiền mã hóa; và

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ tư, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ tư này, thiết bị đầu cuối nhận này còn bao gồm:

mô đun thu nhận, được cấu hình để lấy thông tin ưu tiên của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, trước khi mô đun xác định giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này; và

mô đun xác định được cấu hình riêng để:

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa dựa vào thông tin ưu tiên này, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ tư hoặc cách thức thực hiện có thể thứ

nhất hoặc thứ hai của khía cạnh thứ tư, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ tư này, mô đun nhận còn được cấu hình để:

nhận ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit, ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, và thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng thiết bị đầu cuối truyền này; và

mô đun xác định này được cấu hình riêng để:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này và ít nhất một nhóm bit dữ liệu thứ hai.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ tư hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ tư, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ tư này, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ tư, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ tư này, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ tư hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ tư, theo cách thức thực hiện có thể thứ sáu của khía cạnh thứ tư này, thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị mạng; hoặc

thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị đầu cuối.

Dựa vào khía cạnh thứ năm, sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối truyền, trong đó thiết bị đầu cuối truyền này bao gồm N ăng-ten, và $N \geqslant 2$; và thiết bị đầu cuối truyền này bao gồm:

buýt;

bộ xử lý được nối với buýt này;

bộ nhớ được nối với buýt này; và

bộ truyền được nối với buýt này; trong đó

bộ xử lý này khởi động chương trình được lưu trong bộ nhớ bằng cách sử dụng buýt này, để thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và phần thứ nhất chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit;

xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten, và phần thứ hai chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit; và

thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất này, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất; và

bộ truyền này khởi động chương trình được lưu trong bộ nhớ bằng cách sử dụng buýt này, để truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Dựa vào khía cạnh thứ năm này, theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ năm này, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này bao gồm R hàng và C cột, trong đó R tương ứng với số lượng của ít nhất hai ăng-ten này, và C tương ứng với số lượng các ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ năm hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ năm này, bộ truyền này được cấu hình riêng để:

thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra sau khi thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit, và ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi xử lý xếp chồng tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ năm này, số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau, và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ năm hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ năm này, phần tử của ma trận tiền mã hóa là 0 hoặc 1.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ năm hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ năm này, việc thực hiện xử lý ánh xạ bit bằng bộ xử lý là ánh xạ các bit bằng cách sử dụng từ mã, từ mã này là vectơ số phức đa chiều và được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ năm hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ sáu của khía cạnh thứ năm này, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào khía cạnh thứ hai hoặc cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ bảy của khía cạnh thứ năm này, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ năm hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ bảy của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ tám của khía cạnh thứ năm này, thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị mạng; hoặc

thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị đầu cuối.

Dựa vào khía cạnh thứ sáu, sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối nhận, trong đó thiết bị đầu cuối nhận này bao gồm: buýt

bộ xử lý được nối với buýt này;

bộ nhớ được nối với buýt này; và

bộ nhận được nối với buýt này; trong đó

bộ nhận này khởi động chương trình được lưu trong bộ nhớ bằng cách sử dụng buýt này, để nhận ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong số nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước, ký hiệu điều chế thứ nhất được tạo ra sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, và ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit; và

bộ xử lý này khởi động chương trình được lưu trong bộ nhớ bằng cách sử dụng buýt này, để thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Dựa vào khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ sáu này, bộ xử lý này được cấu hình riêng để:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa;

giải mã ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào các khuếch đại kênh này, để thu được các giá trị hàm hợp lý logarit tương ứng với tất cả các tổ hợp của các ký hiệu điều chế và các ma trận tiền mã hóa; và

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ sáu này, bộ nhận này còn được cấu hình để:

thu lấy thông tin ưu tiên của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này; và

việc bộ xử lý giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm:

dựa vào thông tin ưu tiên này, giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất

này.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ sáu hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất hoặc thứ hai của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ sáu này, bộ nhận này còn được cấu hình để:

nhận ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit, ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, và thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng thiết bị đầu cuối truyền này; và

việc bộ xử lý này thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa, dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này và ít nhất một nhóm bit dữ liệu thứ hai.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ sáu hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ sáu này, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ sáu này, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Dựa vào bất kỳ một trong số khía cạnh thứ sáu hoặc các cách thức thực hiện có thể từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ sáu của khía cạnh thứ sáu này, thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị mạng; hoặc

thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị đầu cuối.

Trên cơ sở các giải pháp kỹ thuật nêu trên, dựa vào phương pháp truyền dữ liệu,

thiết bị đầu cuối truyền, và thiết bị đầu cuối nhận theo các phương án của sáng chế, một phần chứa các bit của nhóm bit dữ liệu được ánh xạ với các ký hiệu điều chế, phần khác chứa các bit được sử dụng để để xác định ma trận tiền mã hóa, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên các ký hiệu điều chế dựa vào ma trận tiền mã hóa, để thu được ma trận ký hiệu điều chế, để các bit dữ liệu sau khi được tiền mã hóa có thể tương ứng với nhiều ăng-ten, và có thể giải quyết được vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả rõ ràng hơn các giải pháp kỹ thuật trong các phương án của sáng chế, phần sau đây mô tả tóm tắt các hình vẽ kèm theo cần để mô tả các phương án của sáng chế hoặc các giải pháp kỹ thuật đã biết. Rõ ràng là, các hình vẽ kèm theo trong phần mô tả sau đây chỉ thể hiện một số phương án của sáng chế, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể tạo ra các hình vẽ khác từ các hình vẽ kèm theo này mà không cần các nỗ lực sáng tạo.

FIG.1 là sơ đồ của hệ thống truyền thông sử dụng phương pháp truyền dữ liệu theo sáng chế;

FIG.2 là lưu đồ của phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

FIG.3 là sơ đồ của quy trình xử lý ánh xạ bit SCMA;

FIG.4 là lưu đồ của việc xử lý dữ liệu bằng thiết bị đầu cuối truyền theo một phương án của sáng chế;

FIG.5 là sơ đồ của phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

FIG.6 là sơ đồ của phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

FIG.7 là sơ đồ của phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

FIG.8 là sơ đồ của phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

FIG.9 là sơ đồ của phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

FIG.10 là lưu đồ của việc xử lý dữ liệu bằng thiết bị đầu cuối truyền theo một phương án của sáng chế;

FIG.11 là sơ đồ của phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

FIG.12 là lưu đồ của phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

FIG.13 là lưu đồ của việc xử lý dữ liệu bằng thiết bị đầu cuối nhận theo một phương án của sáng chế;

FIG.14 là sơ đồ khối của thiết bị đầu cuối truyền theo một phương án của sáng chế;

FIG.15 là sơ đồ khối của thiết bị đầu cuối truyền theo một phương án của sáng chế;

FIG.16 là sơ đồ khối của thiết bị đầu cuối nhận theo một phương án của sáng chế; và

FIG.17 là sơ đồ khối của thiết bị đầu cuối nhận theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế sẽ được mô tả một cách rõ ràng và đầy đủ dựa trên các hình vẽ kèm theo trong các phương án của sáng chế. Tất nhiên, các phương án được mô tả chỉ là một phần chứ không phải là tất cả các phương án của sáng chế. Tất cả các phương án khác được suy ra bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này dựa trên các phương án của sáng chế mà không cần các nỗ lực sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Các thuật ngữ như "thành phần", "mô-đun" và "hệ thống" trong bản mô tả này được sử dụng để chỉ các thực thể liên quan đến máy tính, phần cứng, phần sụn, các kết hợp của phần cứng và phần mềm, phần mềm hoặc phần mềm đang chạy. Ví dụ, thành phần có thể là, nhưng không bị giới hạn trong, quy trình chạy trên bộ xử lý, bộ xử lý, đối tượng, tập tin thực thi được, luồng thực thi, chương trình và/hoặc máy tính. Như được thể hiện trong các hình vẽ, cả thiết bị tính toán và ứng dụng chạy trên thiết bị tính toán đều có thể là các thành phần. Một hoặc nhiều thành phần có thể nằm trong quy trình và/hoặc luồng thực thi, và thành phần có thể nằm trong máy tính và/hoặc được phân bố giữa hai hay nhiều máy tính. Ngoài ra, các thành phần này có thể được thực hiện từ các môi trường truyền thông khác nhau có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ các cấu trúc dữ liệu khác nhau. Ví dụ, các thành phần có thể giao tiếp bằng cách sử dụng quy trình cục bộ và/hoặc từ xa và dựa theo, ví dụ, tín hiệu có hoặc nhiều gói dữ liệu (ví dụ dữ liệu từ hai thành phần tương tác với thành phần khác trong hệ thống cục bộ, hệ thống phân tán, và/hoặc qua mạng như Internet tương tác với các hệ thống khác bằng cách sử dụng tín hiệu).

Theo sáng chế, các phương án được mô tả dựa vào thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối này có thể còn được gọi là thiết bị người dùng (User Equipment - UE), đầu cuối truy cập, khối thuê bao, trạm thuê bao, trạm di động, trạm từ xa, đầu cuối từ xa, thiết bị

di động, đầu cuối người dùng, đầu cuối, thiết bị truyền thông vô tuyến, tác nhân người dùng, hoặc thiết bị người dùng. Đầu cuối truy cập này có thể là điện thoại di động, điện thoại không dây, điện thoại giao thức khởi tạo phiên (Session Initiation Protocol - SIP), trạm đường dây thuê bao vô tuyến (Wireless Local Loop - WLL), thiết bị hỗ trợ số cá nhân (Personal Digital Assistant- PDA), thiết bị cầm tay có chức năng truyền thông không dây, thiết bị tính toán, thiết bị xử lý khác được nối với mô đem không dây, thiết bị trên xe ô tô, thiết bị đeo được, hoặc thiết bị đầu cuối trong mạng 5G tương lai.

Ngoài ra, theo sáng chế, các phương án được mô tả dựa vào thiết bị mạng. Thiết bị mạng này có thể là trạm gốc hoặc thiết bị được sử dụng để giao tiếp với thiết bị di động. Trạm gốc này có thể là trạm thu phát gốc (Base Transceiver Station-BTS) trong hệ thống truyền thông di động toàn cầu (Global System of Mobile Communication - GSM) hoặc hệ thống đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access - CDMA), trạm gốc nút B (NodeB, base station) trong hệ thống đa truy cập phân chia theo mã băng rộng (Wideband Code Division Multiple Access - WCDMA), nút B tiến hóa (Evolved Node B- eNB hoặc an eNodeB) trong hệ thống theo tiêu chuẩn phát triển lâu dài (Long Term Evolution - LTE), nút rơ le hoặc điểm truy cập, hoặc thiết bị trên xe ô tô, thiết bị đeo được, hoặc thiets bị mạng trong mạng 5G tương lai.

Ngoài ra, các khía cạnh hoặc các dấu hiệu của sáng chế có thể được thực hiện như là phương pháp, thiết bị hoặc sản phẩm sử dụng các công nghệ lập trình và/hoặc công nghệ kỹ thuật chuẩn. Thuật ngữ "sản phẩm" được sử dụng trong bản mô tả này bao hàm chương trình máy tính có thể được truy cập từ bất kỳ thành phần, sóng mang hoặc môi trường có thể đọc được bằng máy tính nào. Ví dụ, môi trường có thể đọc được bằng máy tính có thể bao gồm chứ không giới hạn trong: thành phần lưu trữ từ (ví dụ: đĩa cứng, đĩa mềm hoặc băng từ), đĩa quang (ví dụ đĩa nén (Compact Disk – CD), đĩa đa năng kỹ thuật số (Digital Versatile Disk - DVD), thẻ thông minh và thành phần bộ nhớ truy cập nhanh (ví dụ, EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory - bộ nhớ chỉ đọc (ROM) có thể lập trình và xóa), thẻ nhớ hoặc ổ đĩa chính). Ngoài ra, các môi trường lưu trữ khác nhau được mô tả trong bản mô tả này có thể biểu thị một hoặc nhiều thiết bị và/hoặc các môi trường có thể đọc được bằng máy khác được sử dụng để lưu thông tin. Thuật ngữ "môi trường có thể đọc được bằng máy" có thể bao gồm chứ không giới hạn trong kênh vô tuyến, và nhiều môi trường truyền thông khác có thể lưu trữ, chứa và/hoặc mang chỉ dẫn và/hoặc dữ liệu.

FIG.1 là sơ đồ của hệ thống truyền thông sử dụng phương pháp truyền dữ liệu theo sáng chế. Như được thể hiện trong FIG.1, hệ thống truyền thông 100 bao gồm thiết bị mạng 102, và thiết bị mạng 102 này có thể bao gồm nhiều bộ ăng-ten. Mỗi bộ ăng-ten có thể bao gồm nhiều ăng-ten. Ví dụ, bộ ăng-ten có thể bao gồm các ăng-ten 104 và

106; bộ ăng-ten khác có thể bao gồm các ăng-ten 108 và 110; và nhóm khác có thể bao gồm các ăng-ten 112 và 114. Trong FIG.1, hai ăng-ten được thể hiện cho mỗi bộ ăng-ten. Tuy nhiên, có thể nhiều hoặc ít ăng-ten hơn được sử dụng dụng cho mỗi nhóm. Ngoài ra, thiết bị mạng 102 này có thể bao gồm chuỗi bộ truyền và chuỗi bộ nhận. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu rằng cả chuỗi bộ truyền này và chuỗi bộ nhận này có thể bao gồm nhiều bộ phận (ví dụ, bộ xử lý, bộ điều chế, bộ dồn kênh, bộ giải điều chế, bộ giải kênh, hoặc ăng-ten) có liên quan đến việc truyền và nhận tín hiệu.

Thiết bị mạng 102 này có thể giao tiếp với nhiều thiết bị đầu cuối (ví dụ, thiết bị đầu cuối 116 và thiết bị đầu cuối 122). Có thể hiểu rằng thiết bị mạng 102 này có thể giao tiếp với số lượng bất kỳ của các thiết bị đầu cuối như thiết bị đầu cuối 116 hoặc 122. Ví dụ, các thiết bị đầu cuối 116 và 122 có thể là các điện thoại di động, các điện thoại thông minh, các máy tính xách tay, các thiết bị truyền thông cầm tay, các thiết bị tính toán cầm tay, các máy vô tuyến vệ tinh, các hệ định vị toàn cầu, các PDA, và/hoặc các thiết bị thích hợp bất kỳ khác được sử dụng để giao tiếp trong hệ thống truyền thông không dây 100.

Như được thể hiện trong FIG.1, thiết bị đầu cuối 116 giao tiếp với các ăng-ten 112 và 114. Các ăng-ten 112 và 114 gửi thông tin đến thiết bị đầu cuối 116 bằng cách sử dụng liên kết xuôi 118, và nhận thông tin từ thiết bị đầu cuối 116 bằng cách sử dụng liên kết ngược 120. Ngoài ra, thiết bị đầu cuối 122 giao tiếp với các ăng-ten 104 và 106. Các ăng-ten 104 và 106 gửi thông tin đến thiết bị đầu cuối 122 bằng cách sử dụng liên kết xuôi 124, và nhận thông tin từ thiết bị đầu cuối 122 bằng cách sử dụng liên kết ngược 126.

Ví dụ, trong hệ thống song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplex - FDD), liên kết xuôi 118 có thể sử dụng dải tần khác với dải tần được sử dụng bởi liên kết ngược 120, và liên kết xuôi 124 có thể sử dụng dải tần khác với dải tần được sử dụng bởi liên kết ngược 126.

Ví dụ khác, trong hệ thống song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplex - TDD) và hệ thống song công toàn phần (Full Duplex), liên kết xuôi 118 và liên kết ngược 120 có thể sử dụng cùng một dải tần số, và liên kết xuôi 124 và liên kết ngược 126 có thể sử dụng cùng một dải tần số.

Mỗi bộ ăng-ten và/hoặc các vùng được thiết kế để giao tiếp được gọi là sec-tơ của thiết bị mạng 102. Ví dụ, bộ ăng-ten có thể được thiết kế để giao tiếp với thiết bị đầu cuối trong sec-tơ của vùng phủ sóng của thiết bị mạng 102. Trong quy trình thiết bị mạng 102 giao tiếp với các thiết bị đầu cuối 116 và 122 bằng cách sử dụng các liên kết

xuôi 118 và 124 tương ứng, ăng-ten phát của thiết bị mạng 102 có thể cải thiện các tỷ số tín hiệu trên nhiễu của các liên kết xuôi 118 và 124 bằng cách định hướng búp sóng. Ngoài ra, so với cách thức trong đó thiết bị mạng gửi tín hiệu cho tất cả các thiết bị đầu cuối của thiết bị mạng bằng cách sử dụng ăng-ten đơn, khi thiết bị mạng 102 gửi tín hiệu tới các thiết bị mạng được phân tán ngẫu nhiên 116 và 122 trong vùng phủ sóng có liên quan bằng cách định hướng búp sóng, thiết bị di động trong tế bào lân lận sẽ ít bị nhiễu hơn.

Trong khoảng thời gian nhất định, thiết bị mạng 102, thiết bị đầu cuối 116, hoặc thiết bị đầu cuối 122 có thể là thiết bị gửi truyền thông không dây và/hoặc thiết bị nhận truyền thông không dây. Khi gửi dữ liệu, thiết bị gửi truyền thông không dây này có thể mã hóa dữ liệu để truyền. Cụ thể, thiết bị gửi truyền thông không dây này có thể thu được (ví dụ, tạo ra, nhận từ thiết bị truyền thông khác, hoặc lưu trong bộ nhớ) số lượng cụ thể bit dữ liệu cần được truyền tới thiết bị nhận truyền thông không dây bằng cách sử dụng kênh. Các bit dữ liệu này có thể được đặt trong khối vận chuyển (hoặc nhiều khối vận chuyển), và khối vận chuyển này có thể được phân đoạn để tạo ra nhiều khối mã.

FIG.2 là lưu đồ của phương pháp truyền dữ liệu 200 theo một phương án của sáng chế. Như được thể hiện trong FIG.2, phương pháp 200 được thực hiện bằng thiết bị đầu cuối truyền, thiết bị đầu cuối truyền này bao gồm N ăng-ten, và $N \geqslant 2$. Phương pháp 200 bao gồm:

S210. Thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit.

S220. Xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit.

S230. Thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất này, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất.

S240. Truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Tùy chọn, thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị mạng, hoặc

thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị đầu cuối.

Theo phương án này của sáng chế, thiết bị đầu cuối truyền này có thể là thiết bị mạng (ví dụ, trạm gốc). Tức là, phương pháp 200 có thể áp dụng cho quá trình truyền đường xuống.

Để dễ hiểu và dễ mô tả, quy trình của phương pháp 200 được mô tả chi tiết bằng cách sử dụng ví dụ trong đó dùng thiết bị mạng làm thiết bị đầu cuối truyền (tức là, thể thực thi của phương pháp truyền dữ liệu 200 theo phương án này của sáng chế) trong phần sau đây.

Cụ thể, phương án này của sáng chế được áp dụng cho công nghệ đa truy cập, và có thể được áp dụng cho điều chế không gian nhờ sử dụng từ mã của đa truy cập mã thưa (Sparse Code Multiple Access - SCMA), đa truy cập phân bố mật độ thấp (Low Density Spreading - LDS), đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access, CDMA), hoặc các dạng tương tự, và đặc biệt có thể được sử dụng để điều chế không gian nhờ sử dụng từ mã SCMA, tức là, có thể sử dụng cho trường hợp trong đó ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0. Theo cách khác, trong S210, việc xử lý ánh xạ bit là ánh xạ các bit bằng cách sử dụng từ mã. Từ mã này là vectơ số phức đa chiều và được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0. Trong bản mô tả này, từ mã SCMA được sử dụng chủ yếu làm ví dụ để mô tả. Tương tự, phương án này của sáng chế cũng có thể được sử dụng cho từ mã khác, và việc này không bị giới hạn theo phương án này của sáng chế.

SCMA là công nghệ đa truy cập phi trực giao. Với công nghệ này, nhiều dòng dữ liệu khác nhau được truyền trên cùng một phần tử tài nguyên bằng cách sử dụng bảng mã (tức là, nhiều dòng dữ liệu khác nhau được dồn kênh trên cùng một phần tử tài nguyên). Các dòng dữ liệu khác nhau sử dụng các bảng mã khác nhau, và do đó, đạt được mục đích cải thiện việc sử dụng tài nguyên. Các dòng dữ liệu này có thể tới từ cùng một thiết bị người dùng hoặc có thể tới từ thiết bị người dùng khác.

Bảng mã được sử dụng bởi SCMA là bộ gồm hai hoặc nhiều từ mã.

Từ mã này có thể được biểu diễn là vec-tơ số phức đa chiều có hai hoặc nhiều chiều và từ mã này được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa dữ liệu và hai hoặc nhiều ký hiệu điều chế. Ký hiệu điều chế bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế là 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0. Dữ liệu này có thể là dữ liệu bit nhị phân hoặc dữ liệu phi nhị phân.

Bảng mã này bao gồm hai hoặc nhiều từ mã. Bảng mã này có thể biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa tổ hợp dữ liệu có thể của dữ liệu có chiều dài đặc biệt và từ mã trong

bảng mã này.

Với công nghệ SCMA, dữ liệu trong dòng dữ liệu được ánh xạ trực tiếp tới từ mã, tức là vec-tơ số phức đa chiều, trong bảng mã dựa vào quan hệ ánh xạ cụ thể, để dữ liệu được phân bố và truyền trên nhiều phần tử tài nguyên. Ở đây, dữ liệu này có thể là dữ liệu bit nhị phân hoặc dữ liệu bit phi nhị phân. Nhiều phần tử tài nguyên này có thể là phần tử tài nguyên của miền thời gian, miền tần số, miền không gian, miền không gian - thời gian, hoặc miền thời gian-tần số-không gian.

Chuỗi ký hiệu trong bản mô tả này tương ứng với bảng mã và bao gồm phần tử 0 và phần tử 1. Phần tử 0 biểu diễn các phần tử của các từ mã trong bảng mã tương ứng, ở các vị trí tương ứng với phần tử 0 là tất cả các số 0. Phần tử 1 biểu diễn các phần tử của các từ mã trong bảng mã tương ứng ở các vị trí tương ứng với phần tử 1 không phải tất cả là các số 0 hoặc không phần tử nào là 0. Hai hoặc nhiều chuỗi ký hiệu tạo thành ma trận ký hiệu. Cần hiểu rằng SCMA chỉ là tên, và tên khác cũng có thể được sử dụng thể biểu diễn công nghệ này trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Từ mã được sử dụng trong SCMA có thể có độ thưa đặc biệt. Ví dụ, số lượng các phần tử 0 của từ mã này có thể không ít hơn số lượng các phần tử khác 0, để thiết bị đầu cuối nhận có thể thực hiện giải mã độ phức tạp thấp bằng cách sử dụng công nghệ tách sóng đa người dùng. Ở đây, quan hệ được minh họa trên đây giữa số lượng các phần tử 0 và ký hiệu điều chế chỉ là ví dụ cho độ thưa, và sáng chế không bị giới hạn ở đây. Tỷ số của số lượng các phần tử 0 trên số lượng các phần tử khác 0 có thể được thiết lập tùy ý theo yêu cầu.

Hệ thống SCMA này có thể được sử dụng làm ví dụ cho hệ thống truyền thông 100. Trong hệ thống 100 này, nhiều người dùng sử dụng cùng một khối tài nguyên thời gian-tần số để truyền dữ liệu. Mỗi khối tài nguyên bao gồm một số RE tài nguyên. RE ở đây có thể là đơn vị ký hiệu sóng mang phụ trong công nghệ OFDM, hoặc có thể là phần tử tài nguyên miền thời gian hoặc miền tần số trong công nghệ giao diện khí khác. Ví dụ, trong hệ thống SCMA bao gồm L thiết bị đầu cuối, tài nguyên có sẵn được phân chia thành một số khối tài nguyên thời gian-tần số trực giao. Mỗi khối tài nguyên bao gồm U RE, và các U RE này có thể ở cùng một vị trí trong miền thời gian. Khi thiết bị đầu cuối #L gửi dữ liệu, dữ liệu cần được gửi đầu tiên được phân chia thành các khối dữ liệu có kích cỡ mỗi khối là S bit, mỗi khối dữ liệu được ánh xạ tới chuỗi ký hiệu điều chế $X\#L=\{X\#L_1, X\#L_2, \ldots, X\#L_U\}$ bao gồm U ký hiệu điều chế, bằng cách tìm kiếm bảng mã (thiết bị mạng xác định bảng mã này và chuyển tới thiết bị đầu cuối), với mỗi ký hiệu điều chế trong chuỗi này tương ứng với một RE trong khối tài nguyên, và sau đó, dạng sóng tín hiệu được tạo ra dựa vào các ký hiệu điều chế này. Đối với các khối dữ liệu có cỡ là S bit, mỗi bảng mã bao gồm 2S nhóm ký hiệu điều chế khác nhau, chúng

tương ứng với 2S khối dữ liệu có thể.

Bảng mã này có thể còn được gọi là bảng mã SCMA, bảng mã này là tập hợp các từ mã SCMA. Từ mã SCMA là mối quan hệ mà bit thông tin được ánh xạ tới ký hiệu điều chế. Tức là, bảng mã SCMA là tập hợp các quan hệ ánh xạ.

Ngoài ra, trong SCMA, trong nhóm ký hiệu điều chế $X\#k=\{X\#k_1, X\#k_2, \ldots, X\#k_L\}$ tương ứng với mỗi thiết bị đầu cuối, ít nhất một ký hiệu là ký hiệu 0, và ít nhất một ký hiệu là ký hiệu khác 0. Tức là, đối với dữ liệu của thiết bị đầu cuối, chỉ một số RE (ít nhất một RE) trong số L RE mang dữ liệu của thiết bị đầu cuối này.

FIG.3 là sơ đồ của quy trình xử lý ánh xạ bit SCMA (hoặc, xử lý mã hóa) trong đó sáu dòng dữ liệu được dồn kênh trên bốn phần tử tài nguyên được dùng làm ví dụ. Sơ đồ này là đồ thị hai nhánh. Như được thể hiện trong FIG.3, sáu dòng dữ liệu tạo thành nhóm, và bốn phần tử tài nguyên tạo thành khối mã hóa. Phần tử tài nguyên này có thể là sóng mang phụ, RE, hoặc cổng ăng-ten.

Trong FIG.3, nếu có đường nối giữa dòng dữ liệu và phần tử tài nguyên, điều này chỉ báo rằng sau khi ít nhất một tổ hợp dữ liệu của dòng dữ liệu được ánh xạ bằng cách sử dụng từ mã, ký hiệu điều chế khác 0 được gửi trên phần tử tài nguyên này. Nếu không có đường nối giữa dòng dữ liệu và phần tử tài nguyên, điều đó chỉ báo rằng sau khi tất cả các tổ hợp dữ liệu có thể của dòng dữ liệu này được ánh xạ bằng cách sử dụng từ mã, các ký hiệu điều chế được gửi trên phần tử tài nguyên này đều là các phần tử 0. Tổ hợp dữ liệu của dòng dữ liệu này có thể được hiểu dựa vào phần giải thích sau đây. Ví dụ, trong dòng dữ liệu bit nhị phân, 00, 01, 10, và 11 là tất cả các tổ hợp dữ liệu hai bit có thể.

Để dễ mô tả, s1 đến s6 được dùng để biểu diễn thứ tự các tổ hợp dữ liệu cần được gửi của sáu dòng dữ liệu trong FIG.3, và x1 đến x4 được dùng để biểu diễn thứ tự các ký hiệu được gửi trên bốn phần tử tài nguyên trong FIG.3. Đường nối giữa dòng dữ liệu và phần tử tài nguyên thể hiện rằng sau khi dữ liệu của dòng dữ liệu này được phân bố, ký hiệu điều chế được gửi trên phần tử tài nguyên này. Ký hiệu điều chế này có thể là ký hiệu điều chế 0 (tương ứng với phần tử 0), hoặc có thể là ký hiệu điều chế khác 0 (tương ứng với phần tử khác 0). Nếu không có đường nối giữa dòng dữ liệu và phần tử tài nguyên, điều này thể hiện rằng sau khi dữ liệu của dòng dữ liệu được phân bố, không có ký hiệu điều chế nào được gửi trên phần tử tài nguyên này.

Có thể nhận thấy từ FIG.3 rằng sau khi dữ liệu của mỗi dòng dữ liệu được ánh xạ bằng cách sử dụng từ mã, ký hiệu điều chế được gửi trên hai hoặc nhiều phần tử tài nguyên, và ký hiệu được gửi trên mỗi phần tử tài nguyên thu được bằng cách xếp chồng các ký hiệu điều chế được tạo ra sau khi dữ liệu từ hai hoặc nhiều dòng dữ liệu được

ánh xạ bằng cách sử dụng các từ mã tương ứng. Ví dụ, sau khi tổ hợp dữ liệu cần được gửi s3 của dòng dữ liệu 3 được ánh xạ bằng cách sử dụng từ mã, ký hiệu điều chế khác 0 có thể được gửi trên phần tử tài nguyên 1 và phần tử tài nguyên 2, và ký hiệu x3 được gửi trên phần tử tài nguyên 3 thu được bằng cách xếp chồng các ký hiệu điều chế khác 0 được tạo ra sau khi các tổ hợp dữ liệu cần được gửi s2, s4, và s6 của dòng dữ liệu 2, dòng dữ liệu 4, và dòng dữ liệu 6 được ánh xạ bằng cách sử dụng các từ mã tương ứng. Số lượng các dòng dữ liệu có thể lớn hơn số lượng các phần tử tài nguyên. Hệ thống SCMA này có thể cải thiện hiệu quả công suất mạng, bao gồm số lượng người dùng có thể kết nối với hệ thống, hiệu suất băng thông, và các yếu tố tương tự.

Dựa vào các mô tả trên đây của bảng mã và FIG.3, từ mã trong bảng mã này thường có dạng sau:

$$\begin{pmatrix} c_{1,q} \\ c_{2,q} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,q} \end{pmatrix}.$$

Ngoài ra, bảng mã tương ứng thường có dạng sau:

$$\left\{ \begin{pmatrix} c_{1,1} \\ c_{2,1} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,1} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_{1,2} \\ c_{2,2} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,2} \end{pmatrix}, \mathrm{L}, \begin{pmatrix} c_{1,Q_m} \\ c_{2,Q_m} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,Q_m} \end{pmatrix} \right\}$$, trong đó

N là số nguyên dương lớn hơn 1, và có thể biểu diễn số lượng các phần tử tài nguyên nằm trong khối mã hóa, hoặc có thể được hiểu là chiều dài từ mã; Q_m là số nguyên dương lớn hơn 1, biểu diễn số lượng các từ mã nằm trong bảng mã này, và tương ứng với lệnh điều chế, trong đó, ví dụ, khi điều chế khóa dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying- QPSK) hoặc điều chế 4 trạng thái được sử dụng, Q_m là 4; q là số nguyên dương, và $1 \le q \le Q_m$; và phần tử $c_{n,q}$ nằm trong bảng mã và từ mã là số phức, và $c_{n,q}$ có thể được biểu diễn toán học là:

$c_{n,q} \in \{0, \alpha * \exp(j * \beta)\}, 1 \le n \le N, 1 \le q \le Q_m$, trong đó

α và β có thể là số thực bất kỳ, và N và Q_m có thể là các số nguyên dương.

Từ mã trong bảng mã này và dữ liệu có thể tạo quan hệ ánh xạ đặc biệt. Ví dụ, từ mã trong bảng mã này và tổ hợp dữ liệu hai bit của dòng dữ liệu nhị phân có thể tạo quan hệ ánh xạ sau.

Ví dụ, "00" có thể tương ứng với từ mã 1, tức là, $\begin{pmatrix} c_{1,1} \\ c_{2,1} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,1} \end{pmatrix}$;

"01" có thể tương ứng với từ mã 2, tức là, $\begin{pmatrix} c_{1,2} \\ c_{2,2} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,2} \end{pmatrix}$;

"10" có thể tương ứng với từ mã 3, tức là, $\begin{pmatrix} c_{1,3} \\ c_{2,3} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,3} \end{pmatrix}$; và

"11" có thể tương ứng với từ mã 4, tức là, $\begin{pmatrix} c_{1,4} \\ c_{2,4} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,4} \end{pmatrix}$.

Dựa vào FIG.3, khi có đường nối giữa dòng dữ liệu và phần tử tài nguyên, bảng mã tương ứng với dòng dữ liệu này và từ mã trong bảng mã này cần có tính chất sau: Có ít nhất một từ mã trong bảng mã này để ký hiệu điều chế khác 0 được gửi trên phần tử tài nguyên tương ứng. Ví dụ, nếu có đường nối giữa dòng dữ liệu 3 và phần tử tài nguyên 1, và thì có ít nhất một từ mã trong bảng mã tương ứng với dòng dữ liệu này 3 thỏa mãn $c_{1,q} \neq 0$, trong đó $1 \le q \le Q_m$.

Nếu không có đường nối giữa dòng dữ liệu và phần tử tài nguyên, bảng mã tương ứng với dòng dữ liệu này và từ mã trong bảng mã này cần có tính chất sau: Đối với tất cả các từ mã trong bảng mã này, ký hiệu điều chế bằng 0 được gửi trên phần tử tài nguyên tương ứng. Ví dụ, nếu không có đường nối giữa dòng dữ liệu 3 và phần tử tài nguyên 3, và từ mã bất kỳ trong bảng mã tương ứng với dòng dữ liệu 3 thỏa mã $c_{3,q} = 0$, trong đó $1 \le q \le Q_m$.

Tóm lại, khi lệnh điều chế này là QPSK, bảng mã tương ứng với dòng dữ liệu 3

trong FIG.3 có thể có dạng và tính chất sau:

$\left\{\begin{pmatrix} c_{1,1} \\ c_{2,1} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_{1,2} \\ c_{2,2} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_{1,3} \\ c_{2,3} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_{1,4} \\ c_{2,4} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}\right\}$, trong đó

$c_{n,q} = \alpha * \exp(j * \beta), 1 \le n \le 2, 1 \le q \le 4$, α và β có thể là số thực bất kỳ; đối với bất kỳ q, $1 \le q \le 4$; cả $c_{1,q}$ và $c_{2,q}$ đều không phải là các phần tử 0; và có ít nhất một nhóm gồm q_1 và q_2, trong đó $1 \le q_1$ và $q_2 \le 4$, sao cho $c_{1,q_1} \ne 0$ và $c_{2,q_2} \ne 0$.

Ví dụ, nếu dữ liệu s3 của dòng dữ liệu 3 là "10", tổ hợp dữ liệu này được ánh xạ tới từ mã, tức là véc tơ số phức bốn chiều, dựa vào quy tắc ánh xạ nêu trên:

$\begin{pmatrix} c_{1,3} \\ c_{2,3} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$.

Hơn nữa, trong hệ SCMA, đồ thị hai nhánh cũng có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng ma trận ký hiệu. Ma trận ký hiệu có thể có dạng sau:

$\begin{pmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & \text{L} & r_{1,M} \\ r_{2,1} & r_{2,2} & \text{L} & r_{2,M} \\ \text{M} & \text{M} & \text{L} & \text{M} \\ r_{N,1} & r_{N,2} & \text{L} & r_{N,M} \end{pmatrix}_{N \times M}$, trong đó

$r_{n,m}$ biểu diễn phần tử trong ma trận ký hiệu, m và n là các số tự nhiên, $1 \le n \le N, 1 \le m \le M$, N hàng biểu diễn N phần tử tài nguyên trong khối mã hóa, và M cột biểu diễn số lượng các dòng dữ liệu được dồn kênh. Mặc dù ma trận ký hiệu có thể được biểu diễn ở dạng tổng quát, ma trận ký hiệu này có thể có các tính chất sau:

(1) Đối với phần tử $r_{n,m} \in \{0,1\}, 1 \le n \le N, 1 \le m \le M$ trong ma trận ký hiệu này, được giải thích bởi đồ thị hai nhánh tương ứng, $r_{n,m} = 1$ có thể thể hiện là có đường nối giữa dòng dữ liệu thứ m và phần tử tài nguyên n, hoặc có thể được hiểu là ít nhất một tổ hợp dữ liệu của dòng dữ liệu thứ m được ánh xạ tới ký hiệu điều chế khác 0 bằng cách sử dụng từ mã. Được giải thích bởi đồ thị hai nhánh tương ứng, $r_{n,m} = 0$ có thể thể hiện

là nếu không có đường nối giữa dòng dữ liệu thứ m và phần tử tài nguyên n, hoặc có thể được hiểu là tất cả các tổ hợp dữ liệu có thể của dòng dữ liệu thứ m được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế 0 bằng cách sử dụng từ mã.

(2) Tùy chọn khác, số lượng các phần tử 0 trong ma trận ký hiệu có thể không nhỏ hơn số lượng các phần tử 1, và điều này biểu hiện tính chất mã hóa thưa.

Ngoài ra, cột trong ma trận ký hiệu này có thể được gọi là chuỗi ký hiệu. Chuỗi ký hiệu này có thể có dạng biểu diễn sau:

$$\begin{pmatrix} r_{1,m} \\ r_{2,m} \\ \text{M} \\ r_{N,m} \end{pmatrix}, 1 \le m \le M .$$

Do đó, ma trận ký hiệu này cũng có thể được coi là ma trận bao gồm một dãy các chuỗi ký hiệu.

Dựa vào mô tả trên đây về tính chất của ma trận ký hiệu, đối với ví dụ được nêu trong FIG.3, ma trận ký hiệu tương ứng có thể được biểu diễn là:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Chuỗi ký hiệu tương ứng với bảng mã này $\left\{ \begin{pmatrix} c_{1,1} \\ c_{2,1} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_{1,2} \\ c_{2,2} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_{1,3} \\ c_{2,3} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_{1,4} \\ c_{2,4} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right\}$ được sử dụng bởi dòng dữ liệu 3 trong FIG.3 có thể được biểu diễn là: $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$.

Có thể suy ra từ phần trên rằng bảng mã tương ứng với chuỗi ký hiệu theo quan hệ một-tới-một. Tức là, một bảng mã tương ứng duy nhất với một chuỗi ký hiệu. Tuy nhiên, chuỗi ký hiệu này có thể tương ứng với bảng mã theo quan hệ một-tới-nhiều. Tức là, một chuỗi ký hiệu tương ứng với một hoặc nhiều bảng mã. Do đó, chuỗi ký hiệu này có thể được hiểu là: Chuỗi ký hiệu này tương ứng với bảng mã và bao gồm phần tử 0 và phần tử 1; vị trí của phần tử 0 biểu diễn rằng các phần tử của các từ mã trong bảng mã tương ứng, ở các vị trí tương ứng với phần tử 0 tất cả đều là các số 0; và phần tử 1 biểu

diễn rằng các phần tử của các từ mã trong bảng mã tương ứng, ở các vị trí tương ứng với phần tử 1 đều không phải là các số 0 hoặc không phần tử nào là 0. Tương quan giữa chuỗi ký hiệu và bảng mã có thể được xác định bởi hai điều kiện sau:

(1) Từ mã trong bảng mã và chuỗi ký hiệu tương ứng có cùng tổng số phần tử; và

(2) Đối với vị trí phần tử bất kỳ có giá trị 1 trong chuỗi ký hiệu, có thể tìm thấy từ mã trong bảng mã tương ứng, và các phần tử của từ mã này ở cùng một vị trí không phải là 0. Đối với vị trí phần tử bất kỳ có giá trị 0 trong chuỗi ký hiệu, tất cả các phần tử ở cùng một ví trí của tất cả các từ mã trong bảng mã tương ứng là 0.

Cần hiểu thêm rằng trong hệ thống SCMA, bảng mã có thể được biểu diễn và được lưu trực tiếp. Ví dụ, bảng mã được mô tả trên đây hoặc các từ mã trong bảng mã này được lưu, hoặc chỉ phần tử ở vị trí tương ứng với phần tử chuỗi ký hiệu 1, của từ mã này được lưu. Do đó, trong quá trình sử dụng sáng chế, cần giả thuyết rằng cả trạm gốc và thiết bị người dùng trong hệ thống SCMA có thể lưu một số hoặc tất cả nội dung được thiết kế trước sau đây:

(1) Một hoặc nhiều ma trận ký hiệu SCMA: $\begin{pmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & \mathrm{L} & r_{1,M} \\ r_{2,1} & r_{2,2} & \mathrm{L} & r_{2,M} \\ \mathrm{M} & \mathrm{M} & \mathrm{L} & \mathrm{M} \\ r_{N,1} & r_{N,2} & \mathrm{L} & r_{N,M} \end{pmatrix}_{N\times M}$, trong đó $r_{n,m} \in \{0,1\}$, $1 \le n \le N, 1 \le m \le M$, và cả M và N là các số nguyên lớn hơn 1, trong đó M biểu diễn số lượng các dòng dữ liệu được dồn kênh, và N là số nguyên dương lớn hơn 1, và có thể biểu diễn số lượng các phần tử tài nguyên nằm trong một đơn vị mã hóa, hoặc có thể được hiểu là biểu diễn chiều dài từ mã;

(2) Một hoặc nhiều chuỗi ký hiệu SCMA: $\begin{pmatrix} r_{1,m} \\ r_{2,m} \\ \mathrm{M} \\ r_{N,m} \end{pmatrix}$, trong đó

$1 \le m \le M$; và

(3) Một hoặc nhiều bảng mã SCMA: $\left\{ \begin{pmatrix} c_{1,1} \\ c_{2,1} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,1} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c_{1,2} \\ c_{2,2} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,2} \end{pmatrix}, \mathrm{L}, \begin{pmatrix} c_{1,Q_m} \\ c_{2,Q_m} \\ \mathrm{M} \\ c_{N,Q_m} \end{pmatrix} \right\}$, trong đó

$Q_m \geq 2$, Q_m có thể là lệnh điều chế tương ứng với bảng mã này, và mỗi bảng mã có thể tương ứng với một lệnh điều chế, trong đó N là số nguyên dương lớn hơn 1, và có thể biểu diễn số lượng các phần tử tài nguyên nằm trong khối mã hóa, hoặc có thể được hiểu là biểu diễn chiều dài từ mã.

Cần hiểu rằng hệ thống SCMA làm ví dụ nêu trên chỉ là ví dụ của hệ thống truyền thông sử dụng phương pháp và thiết bị truyền dữ liệu theo sáng chế. Sáng chế không bị giới hạn ở đây. Hệ truyền thông khác trong đó các thiết bị đầu cuối có thể sử dụng cùng một tài nguyên thời gian-tần số trong cùng khoảng thời gian để truyền dữ liệu sẽ thuộc phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Trong công nghệ SCMA, khi có một người dùng sử dụng khối tài nguyên (Resource Block - RB) để kết nối với mạng, dữ liệu người dùng có thể được truyền bằng cách sử dụng một lớp dữ liệu, hoặc có thể được truyền ở nhiều lớp dữ liệu. Khi có nhiều người dùng sử dụng khối tài nguyên để kết nối mạng, nói chung, dữ liệu người dùng được truyền ở nhiều lớp dữ liệu, bằng cách dồn kênh các lớp dữ liệu.

Đối với lớp dữ liệu, các bit dữ liệu ở lớp dữ liệu này có thể được chia thành nhiều nhóm, và mỗi nhóm bao gồm K bit, với K là số nguyên lớn hơn 2. Tức là, nhóm bit dữ liệu thứ nhất bao gồm ít nhất hai bit. K bit được xác định là nhóm bit dữ liệu thứ nhất, và sau đó, nhóm bit dữ liệu thứ nhất này được sắp xếp. Phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit (K_1 bit), phần này được dùng để xử lý ánh xạ bit để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, tức là, xác định từ mã từ bảng mã đã thiết lập trước. Phần thứ hai chứa các bit là bit (K_2 bit) trong nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit, và được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước. Ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền. Ký hiệu điều chế thứ nhất được tiền mã hóa dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất này, để có thể thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất. Mỗi hàng của các ký hiệu điều chế trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten. Tức là, số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tương ứng với số lượng tương ứng ít nhất là hai ăng-ten, và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tương ứng với số lượng các ký hiệu của ký hiệu điều chế thứ nhất.

Ưu tiên là, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này bao gồm R hàng và C cột. R tương ứng với số lượng của ít nhất hai ăng-ten này, và C tương ứng với số lượng các ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất.

Cần hiểu rằng việc tiền mã hóa theo phương án này của sáng chế có thể là tiền mã hóa nhiều đầu vào nhiều đầu ra (Multiple Input Multiple Output - MIMO), hoặc có

thể sử dụng phương thức tiền mã hóa khác. Điều này không bị giới hạn theo phương án này của sáng chế.

Do đó, dựa vào phương pháp truyền dữ liệu theo phương án này của sáng chế, một phần chứa các bit của nhóm bit dữ liệu được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế, phần khác chứa các bit được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên các ký hiệu điều chế dựa vào ma trận tiền mã hóa, để thu được ma trận ký hiệu điều chế, để các bit dữ liệu sau khi được tiền mã hóa có thể tương ứng với nhiều ăng-ten, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Tùy chọn, theo một phương án, sử dụng từ mã SCMA làm ví dụ, khi dữ liệu được truyền bằng cách sử dụng lớp dữ liệu, các bit dữ liệu ở lớp dữ liệu này sau khi được tiền mã hóa sẽ được truyền bằng cách sử dụng nhiều ăng-ten truyền, và mỗi hàng trong ma trận ký hiệu điều chế tương ứng với một ăng-ten. Sau khi mỗi nhóm bit dữ liệu được điều chế thành ma trận ký hiệu điều chế, ăng-ten truyền tương ứng truyền lần lượt các ký hiệu điều chế tương ứng với ăng-ten truyền này. FIG.4 là lưu đồ của quá trình xử lý dữ liệu bằng thiết bị đầu cuối truyền dựa vào phương pháp 200 theo một phương án của sáng chế. Như được thể hiện trong FIG.4, sau khi thu được nhóm bit dữ liệu cần được gửi, thiết bị đầu cuối truyền này đầu tiên sắp xếp nhóm bit dữ liệu này. Đối với mỗi nhóm bit dữ liệu, các từ mã SCMA tương ứng với K_1 bit được chọn từ nhiều bảng mã SCMA dựa vào K_2 bit của nhóm chứa các bit dữ liệu này (tức là, thực hiện xử lý ánh xạ bit để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất); và ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng với K_2 bit được chọn từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa vào K_2 bit của nhóm bit dữ liệu này. Sau đó, ký hiệu điều chế thứ nhất đã được tạo ra sẽ được tiền mã hóa dựa vào ma trận tiền mã hóa được chọn, thu được ma trận ký hiệu điều chế tương ứng với nhóm bit dữ liệu này, và các hàng trong ma trận ký hiệu điều chế sẽ được truyền bằng cách sử dụng các ăng-ten truyền tương ứng. Ví dụ, hàng thứ nhất chứa các ký hiệu điều chế trong ma trận ký hiệu điều chế được truyền bằng cách sử dụng ăng-ten có số là 1; hàng thứ hai chứa các ký hiệu điều chế trong ma trận ký hiệu điều chế được truyền bằng cách sử dụng ăng-ten có số là 2; và tiếp tục như vậy.

Tùy chọn, theo một phương án, phần thứ nhất chứa các bit và phần thứ hai chứa các bit là các bit ở các vị trí khác nhau, gồm K bit, và $K_1 + K_2 = K$. Ví dụ, mỗi nhóm bit dữ liệu bao gồm ba bit, trong đó bit đầu tiên được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa, và các bit thứ hai và thứ ba được dùng để ánh xạ để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất. Ví dụ, nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước bao gồm $W^1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$ và $W^2 = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$.

$W^1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 0, và $W^2 = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 1. Bảng mã SCMA được thể hiện trong Bảng 1. Khi các bit dữ liệu là 010, bit 0 thứ nhất tương ứng với ma trận tiền mã hóa $W^1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$, và từ mã SCMA (tức là, ký hiệu điều chế thứ nhất) tương ứng với các bit 10 thứ hai và thứ ba là $(-1-i,\ -1-i,\ 0,\ 0)$.

Bảng 1

00	$(1+i,\ 1+i,\ 0,\ 0)$
01	$(-1+i,\ -1+i,\ 0,\ 0)$
10	$(-1-i,\ -1-i,\ 0,\ 0)$
11	$(1-i,\ 1-i,\ 0,\ 0)$

Cần hiểu rằng K bit của mỗi nhóm bit dữ liệu có thể là các bit liền kề hoặc các bit không liền kề.

Tùy chọn, theo một phương án, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này bao gồm R hàng và C cột. R tương ứng với số lượng của ít nhất hai ăng-ten này, và C tương ứng với số lượng các ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất. Đối với ma trận tiền mã hóa được mô tả trên đây $W^1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$, $W^1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$ bao gồm hai hàng và hai cột, hai hàng này tương ứng với hai ăng-ten, và từ mã SCMA (ký hiệu điều chế thứ nhất) trong bảng mã SCMA tương ứng với hai cột bao gồm hai ký hiệu khác 0.

Cần hiểu rằng phần tử trong ma trận tiền mã hóa có thể là giá trị số phức bất kỳ, ưu tiên là giá trị này có thể là 0 hoặc 1. Điều này không bị giới hạn theo phương án này của sáng chế. Tương tự, phần tử của từ mã SCMA cũng có thể là giá trị số phức bất kỳ. Điều này không bị giới hạn theo phương án này của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phương pháp truyền dữ liệu theo phương án này của sáng chế được mô tả chi tiết bằng cách sử dụng một số ví dụ chi tiết trong phần mô tả sau đây.

FIG.5 thể hiện ví dụ 1. Ví dụ 1 là sơ đồ điều chế không gian trong đó có hai ăng-ten truyền và chiều dài từ mã SCMA là 4 (có hai ký hiệu khác 0).

Nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước bao gồm $W^1=\begin{vmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{vmatrix}$ và $W^2=\begin{vmatrix}0 & 1\\ 1 & 0\end{vmatrix}$.

$W^1=\begin{vmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{vmatrix}$ tương ứng với bit 0, và $W^2=\begin{vmatrix}0 & 1\\ 1 & 0\end{vmatrix}$ tương ứng với bit 1. Bảng mã SCMA được thể hiện trong Bảng 1. Khi nhóm bit dữ liệu thứ nhất này là 010, bit 0 thứ nhất tương ứng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1=\begin{vmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{vmatrix}$, và ký hiệu điều chế thứ nhất (từ mã thứ nhất) tương ứng với các bit thứ hai và thứ ba 10 là $(-1-i,\ \ -1-i,\ \ 0,\ \ 0)$.

Ký hiệu điều chế thứ nhất $(-1-i,\ \ -1-i,\ \ 0,\ \ 0)$ được tiền mã hóa dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1=\begin{vmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{vmatrix}$, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 010. Cụ thể, hàng thứ nhất chứa các phần tử trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất này được nhân với ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất, để thu được phần tử khác 0 trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này. Sau đó, phần tử 0 được nhồi làm phần tử trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào vị trí của ký hiệu 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất. Thao tác tương tự với thao tác trên hàng thứ nhất này sẽ được thực hiện trên hàng thứ hai, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 010 là $\begin{pmatrix}-1-i & 0 & 0 & 0\\ 0 & -1-i & 0 & 0\end{pmatrix}$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất là 1, và do đó, ăng-ten 1 truyền ký hiệu $(-1-i,\ \ 0,\ \ 0,\ \ 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ hai trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 2, và do đó, ăng-ten 2 truyền ký hiệu $(0,\ \ -1-i,\ \ 0,\ \ 0)$.

FIG.6 thể hiện ví dụ 2. Ví dụ 2 là sơ đồ điều chế không gian khác trong đó có hai ăng-ten truyền và chiều dài từ mã SCMA là 4 (có hai ký hiệu khác 0).

Nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước bao gồm $W^1=\begin{vmatrix}a_{11} & a_{12}\\ a_{21} & a_{22}\end{vmatrix}$ và

$W^2 = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{vmatrix}$. $W^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 0, và $W^2 = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 1. Bảng mã SCMA được thể hiện trong Bảng 2. Khi nhóm bit dữ liệu thứ nhất là 010, bit 0 thứ nhất tương ứng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$, và ký hiệu điều chế thứ nhất (từ mã thứ nhất) tương ứng với các bit thứ hai và thứ ba 10 là $(x_3 \quad y_3 \quad 0 \quad 0)$.

Bảng 2

00	$(x_1, \quad y_1, \quad 0, \quad 0)$
01	$(x_2, \quad y_2, \quad 0, \quad 0)$
10	$(x_3, \quad y_3, \quad 0, \quad 0)$
11	$(x_4, \quad y_4, \quad 0, \quad 0)$

Ký hiệu điều chế thứ nhất $(x_3 \quad y_3 \quad 0 \quad 0)$ được tiền mã hóa dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 010. Cụ thể, hàng thứ nhất chứa các phần tử trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất này được nhân với ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất, để thu được phần tử khác 0 trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này. Sau đó, phần tử 0 được nhồi làm phần tử trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào vị trí của ký hiệu 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất. Thao tác tương tự với thao tác trên hàng thứ nhất này được thực hiện trên hàng thứ hai, để thu được là ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 010 là $\begin{pmatrix} a_{11}x_3 & a_{12}y_3 & 0 & 0 \\ a_{21}x_3 & a_{22}y_3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 1, và do đó, ăng-ten 1 truyền ký hiệu $(a_{11}x_3, \quad a_{12}y_3, \quad 0, \quad 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ hai trong ma trận ký hiệu điều

chế thứ nhất này là 2, và do đó, ăng-ten 2 truyền ký hiệu $(a_{21}x_3,\ a_{22}y_3,\ 0,\ 0)$.

FIG.7 thể hiện ví dụ 3. Ví dụ 3 là sơ đồ điều chế không gian trong đó có bốn ăng-ten truyền và chiều dài từ mã SCMA là 4 (có hai ký hiệu khác 0).

Nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước bao gồm $W^1=\begin{vmatrix}1&0\\0&1\\1&0\\0&1\end{vmatrix}$, $W^2=\begin{vmatrix}0&1\\1&0\\1&0\\0&1\end{vmatrix}$, $W^3=\begin{vmatrix}0&1\\1&0\\0&1\\1&0\end{vmatrix}$, và $W^4=\begin{vmatrix}1&0\\0&1\\0&1\\1&0\end{vmatrix}$. $W^1=\begin{vmatrix}1&0\\0&1\\1&0\\0&1\end{vmatrix}$ tương ứng với các bit 00, $W^2=\begin{vmatrix}0&1\\1&0\\1&0\\0&1\end{vmatrix}$ tương ứng với các bit 01, $W^3=\begin{vmatrix}0&1\\1&0\\0&1\\1&0\end{vmatrix}$ tương ứng với các bit 10, và $W^4=\begin{vmatrix}1&0\\0&1\\0&1\\1&0\end{vmatrix}$ tương ứng với các bit 11. Bảng mã SCMA được thể hiện trong Bảng 3. Khi nhóm bit dữ liệu thứ nhất này là 0010, các bit thứ nhất và thứ hai 00 tương ứng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1=\begin{vmatrix}1&0\\0&1\\1&0\\0&1\end{vmatrix}$, và ký hiệu điều chế thứ nhất (từ mã thứ nhất) tương ứng với các bit thứ ba và thứ tư 10 là $(x_3,\ 0,\ y_3,\ 0)$.

Bảng 3

00	$(x_1,\ 0,\ y_1,\ 0)$
01	$(x_2,\ 0,\ y_2,\ 0)$
10	$(x_3,\ 0,\ y_3,\ 0)$
11	$(x_4,\ 0,\ y_4,\ 0)$

Ký hiệu điều chế thứ nhất $(x_3,\ 0,\ y_3,\ 0)$ được tiền mã hóa dựa theo ma trận

tiền mã hóa thứ nhất $W^1=\begin{vmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\\ 1 & 0\\ 0 & 1\end{vmatrix}$, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 0010. Cụ thể, hàng thứ nhất chứa các phần tử trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất này được nhân với ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất, để thu được phần tử khác 0 trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này. Sau đó, phần tử 0 được nhồi làm phần tử trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào vị trí của ký hiệu 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất. Thao tác tương tự với thao tác trên hàng thứ nhất được thực hiện trên hàng thứ hai, hàng thứ ba, và hàng thứ tư để thu được là ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 0010 là $\begin{pmatrix}x_3 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & y_3 & 0\\ x_3 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & y_3 & 0\end{pmatrix}$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 1, và do đó, ăng-ten 1 truyền ký hiệu $(x_3,\ 0,\ 0,\ 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ hai trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 2, và do đó, ăng-ten 2 truyền ký hiệu $(0,\ 0,\ y_3,\ 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ ba trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 3, và do đó, ăng-ten 3 truyền ký hiệu $(x_3,\ 0,\ 0,\ 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ tư trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 4, và do đó, ăng-ten 4 truyền ký hiệu $(0,\ 0,\ y_3,\ 0)$.

FIG.8 thể hiện ví dụ 4. Ví dụ 4 là sơ đồ điều chế không gian trong đó có hai ăng-ten truyền và chiều dài từ mã SCMA là 8 (có ba ký hiệu khác 0).

Nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước bao gồm $W^1=\begin{vmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 1\end{vmatrix}$ và $W^2=\begin{vmatrix}0 & 1 & 1\\ 1 & 0 & 0\end{vmatrix}$. $W^1=\begin{vmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 1\end{vmatrix}$ tương ứng với bit 0, và $W^2=\begin{vmatrix}0 & 1 & 1\\ 1 & 0 & 0\end{vmatrix}$ tương ứng với bit 1. Bảng mã SCMA được thể hiện trong Bảng 4. Khi nhóm bit dữ liệu thứ nhất này là 0010, bit 0 thứ nhất tương ứng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1=\begin{vmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 1\end{vmatrix}$, và ký hiệu điều chế thứ nhất (từ mã thứ nhất) tương ứng với các bit từ hai đến bốn 010 là

$(x_3,\ 0,\ y_3,\ 0,\ z_3,\ 0,\ 0,\ 0)$.

Bảng 4

000	$(x_1,\ 0,\ y_1,\ 0,\ z_1,\ 0,\ 0,\ 0)$
001	$(x_2,\ 0,\ y_2,\ 0,\ z_2,\ 0,\ 0,\ 0)$
010	$(x_3,\ 0,\ y_3,\ 0,\ z_3,\ 0,\ 0,\ 0)$
011	$(x_4,\ 0,\ y_4,\ 0,\ z_4,\ 0,\ 0,\ 0)$
100	$(x_5,\ 0,\ y_5,\ 0,\ z_5,\ 0,\ 0,\ 0)$
101	$(x_6,\ 0,\ y_6,\ 0,\ z_6,\ 0,\ 0,\ 0)$
110	$(x_7,\ 0,\ y_7,\ 0,\ z_7,\ 0,\ 0,\ 0)$
111	$(x_8,\ 0,\ y_8,\ 0,\ z_8,\ 0,\ 0,\ 0)$

Ký hiệu điều chế thứ nhất $(x_3,\ 0,\ y_3,\ 0,\ z_3,\ 0,\ 0,\ 0)$ được tiền mã hóa dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 0010. Cụ thể, hàng thứ nhất chứa các phần tử trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất này được nhân với ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất, để thu được phần tử khác 0 trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này. Sau đó, phần tử 0 được nhồi làm phần tử trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào vị trí của ký hiệu 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất. Thao tác tương tự với thao tác trên hàng thứ nhất được thực hiện trên hàng thứ hai, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 0010 là $\begin{pmatrix} x_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & y_3 & 0 & z_3 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 1, và do đó, ăng-ten 1 truyền ký hiệu $(x_3,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ hai trong ma trận

ký hiệu điều chế thứ nhất này là 2, và do đó, ăng-ten 2 truyền ký hiệu $(0,\ 0,\ y_3,\ 0,\ z_3,\ 0,\ 0,\ 0)$.

FIG.9 thể hiện ví dụ 5. Ví dụ 5 là sơ đồ điều chế không gian trong đó có hai ăng-ten truyền, và chiều dài từ mã CDMA là 4. Các từ mã CDMA này thỏa mãn tính trực giao.

Nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước bao gồm $W^1=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \end{vmatrix}$ và $W^2=\begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \end{vmatrix}$. $W^1=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 0, và $W^2=\begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 1. Bảng mã CDMA được thể hiện trong Bảng 5. Khi nhóm bit dữ liệu thứ nhất này là 010, bit 0 thứ nhất tương ứng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \end{vmatrix}$, và ký hiệu điều chế thứ nhất (từ mã thứ nhất) tương ứng với các bit thứ hai và thứ ba 10 là $(x_3,\ 0,\ y_3,\ 0,\ z_3,\ 0,\ 0,\ 0)$.

Bảng 5

00	$(x_{11},\ x_{12},\ x_{13},\ x_{14})$
01	$(x_{21},\ x_{22},\ x_{23},\ x_{24})$
10	$(x_{31},\ x_{32},\ x_{33},\ x_{34})$
11	$(x_{41},\ x_{42},\ x_{43},\ x_{44})$

Ký hiệu điều chế thứ nhất $(x_{31},\ x_{32},\ x_{33},\ x_{34})$ được tiền mã hóa dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất $W^1=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \end{vmatrix}$, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 010. Cụ thể, hàng thứ nhất chứa các phần tử trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất này được nhân với ký hiệu của ký hiệu điều chế thứ nhất, để thu được phần tử trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế

thứ nhất này. Thao tác tương tự với thao tác trên hàng thứ nhất được thực hiện trên hàng thứ hai, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 010 là $\begin{pmatrix} a_{11}x_{31} & a_{12}x_{32} & a_{13}x_{33} & a_{14}x_{34} \\ a_{21}x_{31} & a_{22}x_{32} & a_{23}x_{33} & a_{24}x_{34} \end{pmatrix}$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 1, và do đó, ăng-ten 1 truyền ký hiệu $(a_{11}x_{31},\ a_{12}x_{32},\ a_{13}x_{33},\ a_{14}x_{34})$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ hai trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 2, và do đó, ăng-ten 2 truyền ký hiệu $(a_{21}x_{31},\ a_{22}x_{32},\ a_{23}x_{33},\ a_{24}x_{34})$.

Tùy chọn, theo một phương án, sử dụng từ mã SCMA làm ví dụ, việc truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten bao gồm:

thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra sau khi thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit này, và ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi xử lý xếp chồng tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Tùy chọn, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Cụ thể, khi có nhiều lớp dữ liệu, các ma trận ký hiệu điều chế tương ứng với các bit dữ liệu ở các lớp này được tạo ra, và sau đó, thực hiện xử lý xếp chồng trên các ma trận ký hiệu điều chế tương ứng với K_m bit liên tiếp ở các lớp này. FIG.10 là lưu đồ của quá trình xử lý dữ liệu bằng thiết bị đầu cuối truyền dựa vào phương pháp 200 theo một phương án của sáng chế. Như được thể hiện trong FIG.10, sau khi thu được các bit dữ liệu cần được truyền ở mỗi lớp, thiết bị đầu cuối truyền này đầu tiên sắp xếp các bit dữ liệu này. Đối với nhóm bit dữ liệu ở mỗi lớp, từ mã SCMA đích tương ứng với $K_{m,1}$ bit được chọn từ nhiều bảng mã SCMA dựa vào các $K_{m,1}$ bit này của nhóm bit dữ liệu này ở mỗi lớp (tức là, thực hiện xử lý ánh xạ bit để tạo ra ký hiệu điều chế). Ma trận tiền mã

hóa tương ứng với $K_{m,2}$ bit được chọn từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa vào các $K_{m,2}$ bit này của nhóm bit dữ liệu này ở mỗi lớp. Sau đó, ký hiệu điều chế được tạo ra bằng cách ánh xạ sẽ được tiền mã hóa dựa vào ma trận tiền mã hóa được chọn, để thu được ma trận ký hiệu điều chế tương ứng với nhóm bit dữ liệu này ở mỗi lớp, thực hiện xử lý xếp chồng trên các ma trận ký hiệu điều chế ở các lớp này, và mỗi hàng trong các ma trận ký hiệu điều chế được xếp chồng sẽ được truyền bằng cách sử dụng ăng-ten truyền tương ứng.

Cần hiểu rằng khi có nhiều lớp dữ liệu, K_m, $K_{m,1}$, và $K_{m,2}$ lần lượt là số lượng các bit dữ liệu của nhóm bit dữ liệu ở lớp thứ m^{th}, số lượng các bit dữ liệu của K_m bit được dùng để ánh xạ các ký hiệu điều chế, và số lượng các bit dữ liệu của K_m bit được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa. K_m là số nguyên lớn hơn 2, và $K_{m,1}$ và $K_{m,2}$ là các số nguyên lớn hơn 0 và nhỏ hơn K_m. Ngoài ra, ưu tiên là $K_{m,1}$ bit và $K_{m,2}$ bit là các bit ở các vị trí khác nhau của K_m bit liền kề, và $K_{m,1}+ K_{m,2}=K_m$.

Hơn nữa, cần hiểu rằng nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước ở mỗi lớp của nhiều lớp dữ liệu có thể giống nhau hoặc khác nhau. Số lượng hàng trong mỗi ma trận tiền mã hóa bằng với số lượng các ăng-ten truyền, và số lượng các cột bằng với số lượng các ký hiệu trong các từ mã. Bảng mã khác được dùng ở mỗi lớp của nhiều lớp dữ liệu. Ma trận ký hiệu điều chế được tạo ra ở mỗi lớp dữ liệu trong nhiều lớp dữ liệu cần có số lượng hàng giống nhau, và cũng cần có số lượng cột giống nhau. Tương ứng, số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất bằng với số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này bằng với số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này.

Do đó, dựa vào phương pháp truyền dữ liệu theo phương án này của sáng chế, một phần chứa các bit của nhóm bit dữ liệu được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế, phần khác chứa các bit được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên các ký hiệu điều chế dựa vào ma trận tiền mã hóa, để thu được ma trận ký hiệu điều chế, để các bit dữ liệu sau khi được tiền mã hóa có thể tương ứng với nhiều ăng-ten, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian. Ngoài ra, dữ liệu ở nhiều lớp dữ liệu có thể được truyền cùng một thời điểm, và có thể cải thiện hiệu suất truyền.

Phương pháp truyền dữ liệu nhiều lớp theo phương án này của sáng chế được mô tả chi tiết bằng cách sử dụng ví dụ được nêu chi tiết trong phần mô tả sau đây.

FIG.11 thể hiện sơ đồ điều chế không gian trong đó có hai lớp dữ liệu và hai ăng-ten truyền, và chiều dài từ mã SCMA là 4 (có hai ký hiệu khác 0).

Nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước ở lớp dữ liệu thứ nhất bao gồm

$S^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ và $S^2 = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{vmatrix}$. $S^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 0, và $S^2 = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 1. Bảng mã SCMA tương ứng với lớp dữ liệu thứ nhất được thể hiện trong Bảng 6. Khi nhóm bit dữ liệu thứ nhất ở lớp dữ liệu thứ nhất là 010, bit 0 thứ nhất tương ứng với ma trận tiền mã hóa thứ nhất $S^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$, và ký hiệu điều chế thứ nhất (từ mã thứ nhất) tương ứng với các bit thứ hai và thứ ba 10 là $(x_3, \ y_3, \ 0, \ 0)$.

Bảng 6

00	$(x_1, \ y_1, \ 0, \ 0)$
01	$(x_2, \ y_2, \ 0, \ 0)$
10	$(x_3, \ y_3, \ 0, \ 0)$
11	$(x_4, \ y_4, \ 0, \ 0)$

Ký hiệu điều chế thứ nhất $(x_3 \quad y_3 \quad 0 \quad 0)$ ở lớp dữ liệu thứ nhất được tiền mã hóa dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất $S^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ ở lớp dữ liệu thứ nhất, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 010 ở lớp dữ liệu thứ nhất. Cụ thể, hàng thứ nhất chứa các phần tử trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất này được nhân với ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất, để thu được phần tử khác 0 trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này. Sau đó, phần tử 0 được nhồi làm phần tử trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào vị trí của ký hiệu 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất. Thao tác tương tự với thao tác trên hàng thứ nhất được thực hiện trên hàng thứ hai, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ nhất 010 là $\begin{pmatrix} a_{11}x_3 & a_{12}y_3 & 0 & 0 \\ a_{21}x_3 & a_{22}y_3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này là 1, và do đó, ăng-ten 1 tương ứng với ký hiệu $(a_{11}x_3, \ a_{12}y_3, \ 0, \ 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ hai trong ma trận ký hiệu điều

chế thứ nhất này là 2, và do đó, ăng-ten 2 tương ứng với ký hiệu $(a_{21}x_3,\ a_{22}y_3,\ 0,\ 0)$.

Nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước ở lớp dữ liệu thứ hai bao gồm $T^1=\begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix}$ và $T^2=\begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} \\ d_{21} & d_{22} \end{vmatrix}$. $T^1=\begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 0, và $T^2=\begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} \\ d_{21} & d_{22} \end{vmatrix}$ tương ứng với bit 1. Bảng mã SCMA tương ứng với lớp dữ liệu thứ hai được thể hiện trong Bảng 7. Khi nhóm bit dữ liệu thứ hai ở lớp dữ liệu thứ hai là 001, bit 0 thứ nhất tương ứng với ma trận tiền mã hóa thứ hai $T^1=\begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix}$, và ký hiệu điều chế thứ hai (từ mã thứ hai) tương ứng với các bit thứ hai và thứ ba 01 là $(0,\ v_2,\ w_2,\ 0)$.

Bảng 7

00	$(0,\ v_1,\ w_1,\ 0)$
01	$(0,\ v_2,\ w_2,\ 0)$
10	$(0,\ v_3,\ w_3,\ 0)$
11	$(0,\ v_4,\ w_4,\ 0)$

Ký hiệu điều chế thứ hai $(0,\ v_2,\ w_2,\ 0)$ ở lớp dữ liệu thứ hai được tiền mã hóa dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ hai $T^1=\begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix}$ ở lớp dữ liệu thứ hai, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ hai tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ hai 001 ở lớp dữ liệu thứ hai. Cụ thể, hàng thứ nhất chứa các phần tử trong ma trận tiền mã hóa thứ hai này được nhân với ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ hai này, để thu được phần tử khác 0 trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này. Sau đó, phần tử 0 được nhồi làm phần tử trong hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này dựa vào vị trí của ký hiệu 0 của ký hiệu điều chế thứ hai này. Thao tác tương tự với thao tác trên hàng thứ nhất được thực hiện trên hàng thứ hai, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ hai tương ứng với nhóm bit dữ liệu thứ hai 001 là $\begin{pmatrix} 0 & c_{11}v_2 & c_{12}w_2 & 0 \\ 0 & c_{21}v_2 & c_{22}w_2 & 0 \end{pmatrix}$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này là 1,

và do đó, ăng-ten 1 tương ứng với ký hiệu $(0, \quad c_{11}v_2, \quad c_{12}w_2, \quad 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ hai trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này là 2, và do đó, ăng-ten 2 tương ứng với ký hiệu $(0, \quad c_{21}v_2, \quad c_{22}w_2, \quad 0)$.

Thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất $\begin{pmatrix} a_{11}x_3 & a_{12}y_3 & 0 & 0 \\ a_{21}x_3 & a_{22}y_3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ và ma trận ký hiệu điều chế thứ hai $\begin{pmatrix} 0 & c_{11}v_2 & c_{12}w_2 & 0 \\ 0 & c_{21}v_2 & c_{22}w_2 & 0 \end{pmatrix}$, sao cho ma trận ký hiệu điều chế cuối cùng $\begin{pmatrix} a_{11}x_3 & a_{12}y_3 + c_{11}v_2 & c_{12}w_2 & 0 \\ a_{21}x_3 & a_{22}y_3 + c_{21}v_2 & c_{22}w_2 & 0 \end{pmatrix}$ có thể được tạo ra. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ nhất trong ma trận ký hiệu điều chế cuối cùng này là 1, và do đó, ăng-ten 1 truyền ký hiệu $(a_{11}x_3, \quad a_{12}y_3 + c_{11}v_2, \quad c_{12}w_2, \quad 0)$. Số ăng-ten tương ứng với hàng thứ hai trong ma trận ký hiệu điều chế cuối cùng này là 2, và do đó, ăng-ten 2 truyền ký hiệu $(a_{21}x_3, \quad a_{22}y_3 + c_{21}v_2, \quad c_{22}w_2, \quad 0)$.

Phương pháp truyền dữ liệu theo phương án này của sáng chế được mô tả chi tiết từ phối cảnh của thiết bị đầu cuối truyền dựa vào FIG.2 đến FIG.11 trong phần mô tả trên đây. Phương pháp truyền dữ liệu theo một phương án của sáng chế còn được mô tả từ phối cảnh của thiết bị đầu cuối nhận dựa vào FIG.12 và FIG.13 trong phần mô tả sau đây.

FIG.12 là lưu đồ của phương pháp truyền dữ liệu 300 theo một phương án của sáng chế. Như được thể hiện trong FIG.12, phương pháp 300 này có thể được thực hiện bằng thiết bị đầu cuối nhận và bao gồm:

S310. Nhận ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong số nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước, ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, và ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit.

S320. Thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất.

Ưu tiên là, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0. Phương pháp 300 này được áp dụng cho công nghệ SCMA. Chắc chắn là, phương pháp 300 này cũng có thể được sử dụng cho từ mã LDS, từ mã CDMA, hoặc các từ mã tương tự.

Tùy chọn, thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị mạng, hoặc

thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị đầu cuối.

Do đó, dựa vào phương pháp truyền dữ liệu theo phương án này của sáng chế, thực hiện dự đoán kênh, dựa vào ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất đã nhận được, trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất tương ứng với ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, và thu được dữ liệu người dùng, để ma trận ký hiệu điều chế được gửi bằng thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế có thể được giải mã, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Tùy chọn, theo một phương án, việc thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, để xác định các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa;

giải mã ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào các khuếch đại kênh này, để thu được các giá trị hàm hợp lý logarit tương ứng với tất cả các tổ hợp của các ký hiệu điều chế và các ma trận tiền mã hóa; và

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Cụ thể, như được thể hiện trong FIG.13, sử dụng từ mã SCMA làm ví dụ, đầu tiên, các từ mã SCMA khác nhau có thể tương ứng với các ma trận tiền mã hóa khác nhau, các khuếch đại kênh tương ứng với tất cả các ma trận tiền mã hóa có thể cần được dự đoán; và các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa được xác định bằng cách thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa. Sau đó, ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này được giải mã dựa vào các khuếch đại kênh này, để thu được các giá trị hàm hợp lý logarit tương ứng với tất cả các tổ hợp của các ký hiệu điều chế và các ma trận tiền mã hóa. Cuối cùng, tổ hợp có giá trị

hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa được giải mã, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Tùy chọn, theo một phương án, trước khi giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, phương pháp 300 này còn bao gồm:

lấy thông tin ưu tiên của nhóm bit dữ liệu thứ nhất; và

việc giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này trong S320 bao gồm:

dựa vào thông tin ưu tiên này, giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Do đó, dựa vào phương pháp truyền dữ liệu theo phương án này của sáng chế, thực hiện giải mã lặp lại bằng cách sử dụng thông tin ưu tiên phản hồi, để cải thiện hiệu suất của thiết bị đầu cuối nhận.

Tùy chọn, theo một phương án, việc xử lý ánh xạ bit là ánh xạ các bit bằng cách sử dụng từ mã. Từ mã này là vectơ số phức đa chiều và được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, phương pháp 300 này còn bao gồm:

nhận ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit, ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền, và thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng thiết bị đầu cuối truyền này; và

việc thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất trong S320 bao gồm:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất và ít nhất một nhóm bit dữ liệu thứ hai.

Tùy chọn, theo một phương án, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Do đó, dựa vào phương pháp truyền dữ liệu theo phương án này của sáng chế, thực hiện dự đoán kênh dựa vào ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất đã nhận được, trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất tương ứng với ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, và thu được dữ liệu người dùng, để ma trận ký hiệu điều chế được gửi bằng thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế có thể được giải mã, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Phương pháp truyền dữ liệu trong các phương án của sáng chế được mô tả chi tiết dựa vào FIG.1 đến FIG.13 trong phần mô tả trên đây. Thiết bị đầu cuối truyền và thiết bị đầu cuối nhận trong các phương án của sáng chế được mô tả chi tiết dựa vào FIG.14 đến FIG.17 trong phần mô tả sau đây.

FIG.14 là sơ đồ khối của thiết bị đầu cuối truyền 400 theo một phương án của sáng chế. Thiết bị đầu cuối truyền 400 này bao gồm N ăng-ten, và $N \geqslant 2$. Như được thể hiện trong FIG.14, thiết bị đầu cuối truyền 400 này bao gồm:

mô đun ánh xạ 410, được cấu hình để thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit;

mô đun xác định thứ nhất 420, được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này khác với phần thứ nhất chứa các bit;

mô đun tiền mã hóa 430, được cấu hình để thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất thu được bởi mô đun ánh xạ 410 dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất được xác định bởi mô đun xác định thứ nhất 420, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất; và

mô đun truyền 440, được cấu hình để truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi mô đun tiền mã hóa 430 thực hiện xử lý tiền mã hóa, tới thiết bị đầu

cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế, một phần chứa các bit của nhóm bit dữ liệu được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế, phần khác chứa các bit được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên các ký hiệu điều chế dựa vào ma trận tiền mã hóa, để thu được ma trận ký hiệu điều chế, để các bit dữ liệu sau khi được tiền mã hóa có thể tương ứng với nhiều ăng-ten, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Tùy chọn, theo một phương án, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này bao gồm R hàng và C cột. R tương ứng với số lượng của ít nhất hai ăng-ten này, và C tương ứng với số lượng các ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất.

Tùy chọn, theo một phương án, mô đun truyền 440 này được cấu hình riêng để:

thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra sau khi thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit, và ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi xử lý xếp chồng tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Tùy chọn, theo một phương án, số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau, và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau.

Tùy chọn, theo một phương án, phần tử của ma trận tiền mã hóa là 0 hoặc 1.

Tùy chọn, theo một phương án, xử lý ánh xạ bit được thực hiện bởi mô đun ánh xạ 410 là ánh xạ các bit bằng cách sử dụng từ mã. Từ mã này là vectơ số phức đa chiều và được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký

hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, thiết bị đầu cuối truyền 400 là thiết bị mạng, hoặc thiết bị đầu cuối truyền 400 là thiết bị đầu cuối.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế, một phần chứa các bit của nhóm bit dữ liệu được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế, phần khác chứa các bit được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên các ký hiệu điều chế dựa vào ma trận tiền mã hóa, để thu được ma trận ký hiệu điều chế, để các bit dữ liệu sau khi được tiền mã hóa có thể tương ứng với nhiều ăng-ten, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Như được thể hiện trong FIG.15, một phương án của sáng chế còn đề xuất thiết bị đầu cuối truyền 500. Thiết bị đầu cuối truyền 500 này bao gồm buýt 510, bộ xử lý 520, bộ nhớ 530, và bộ truyền 540. Bộ xử lý 520, bộ nhớ 530, và bộ truyền 540 được kết nối bằng cách sử dụng buýt 510. Bộ xử lý 520 khởi động chương trình được lưu trong bộ nhớ 530 bằng cách sử dụng buýt 510, để:

thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit;

xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit; và

thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất này, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất; và

bộ truyền 540 khởi động chương trình được lưu trong bộ nhớ 530 bằng cách sử dụng buýt 510, để truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế, một phần chứa các bit của nhóm bit dữ liệu được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế, phần khác chứa các bit được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên các ký hiệu điều chế dựa vào ma trận tiền mã hóa, để thu được ma trận ký hiệu điều chế, để các bit dữ liệu sau khi được tiền mã hóa có thể tương ứng với nhiều ăng-ten, và

có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Cần hiểu rằng theo phương án này của sáng chế, bộ xử lý 520 có thể là bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit - CPU). Theo cách khác, bộ xử lý 520 có thể là bộ xử lý đa năng khác, bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor - DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit -ASIC), mảng cổng lập trình được dạng trường (Field-Programmable Gate Array - FPGA) hoặc thiết bị logic khả trình khác, cổng hoặc thiết bị logic tranzito rời rạc, bộ phận phần cứng rời rạc, hoặc các loại tương tự. Bộ xử lý đa năng này có thể là bộ vi xử lý, hoặc bộ xử lý này có thể là bộ xử lý thông dụng bất kỳ, hoặc các loại tương tự.

Bộ nhớ 530 có thể bao gồm bộ nhớ chỉ đọc và bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên, và cấp lệnh và dữ liệu cho bộ xử lý 520. Phần của bộ nhớ 530 có thể còn bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên bất biến. Ví dụ, bộ nhớ 530 có thể còn lưu thông tin về kiểu thiết bị.

Buýt 510 có thể bao gồm buýt dữ liệu, và ngoài ra có thể bao gồm buýt công suất, buýt tín hiệu trạng thái, hoặc các loại tương tự. Tuy nhiên, để mô tả rõ ràng, các buýt khác nhau được ký hiệu là buýt 510 trong hình vẽ.

Trong quy trình thực hiện, các bước trong các phương pháp được mô tả trên đây có thể được thực hiện bằng mạch logic tích hợp phần cứng trong bộ xử lý 520 hoặc lệnh dưới dạng phần mềm. Các bước của các phương pháp được mô tả dựa vào các phương án của sáng chế có thể được thể hiện trực tiếp là: các bước này được thực hiện bởi bộ xử lý phần cứng hoặc bằng tổ hợp mô đun phần cứng và phần mềm trong bộ xử lý. Mô đun phần mềm có thể được đặt trong bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên, bộ nhớ nhanh, bộ nhớ chỉ đọc, bộ nhớ chỉ đọc khả trình hoặc bộ nhớ khả trình xóa được bằng điện, bộ ghi, hoặc phương tiện lưu trữ thu nhỏ trong lĩnh vực này. Phương tiện lưu trữ này được đặt trong bộ nhớ 530. Bộ xử lý 520 đọc thông tin từ bộ nhớ 530 và hoàn thành các bước của các phương pháp nêu trên kết hợp với phần cứng của bộ xử lý 520. Để tránh lặp lại, các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Tùy chọn, theo một phương án, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này bao gồm R hàng và C cột. R tương ứng với số lượng của ít nhất hai ăng-ten này, và C tương ứng với số lượng các ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất.

Tùy chọn, theo một phương án, bộ truyền 540 được cấu hình riêng để:

thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra sau khi thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa

thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit này, và ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi xử lý xếp chồng tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten.

Tùy chọn, theo một phương án, số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau, và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng nhau.

Tùy chọn, theo một phương án, phần tử của ma trận tiền mã hóa là 0 hoặc 1.

Tùy chọn, theo một phương án, thực hiện xử lý ánh xạ bit bằng bộ xử lý 520 là ánh xạ các bit bằng cách sử dụng từ mã, từ mã này là vectơ số phức đa chiều và được dùng để biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, thiết bị đầu cuối truyền 500 là thiết bị mạng, hoặc

thiết bị đầu cuối truyền 500 là thiết bị đầu cuối.

Cần hiểu rằng thiết bị đầu cuối truyền 500 theo phương án này của sáng chế có thể tương ứng với thể thực thi các phương pháp theo các phương án của sáng chế, hoặc có thể tương ứng với thiết bị đầu cuối truyền 400 dựa vào phương án này của sáng chế. Ngoài ra, các hoạt động và/hoặc các chức năng nêu trên và khác nữa của các mô đun trong thiết bị đầu cuối truyền 400 là để thực hiện các quy trình tương ứng trong các phương pháp trong FIG.2 đến FIG.13. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế, một phần chứa các bit của nhóm bit dữ liệu được ánh xạ tới các ký hiệu điều chế, phần khác chứa các bit được dùng để xác định ma trận tiền mã hóa, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên các ký hiệu điều chế dựa vào ma trận tiền mã hóa, để thu được ma trận ký hiệu điều

chế, để các bit dữ liệu sau khi được tiền mã hóa có thể tương ứng với nhiều ăng-ten, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

FIG.16 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị đầu cuối nhận 600 theo một phương án của sáng chế. Như được thể hiện trong FIG.16, thiết bị đầu cuối nhận 600 này bao gồm:

mô đun nhận 610, được cấu hình để nhận ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong số nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước, ký hiệu điều chế thứ nhất được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, và ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit; và

mô đun xác định 620, được cấu hình để thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được nhận bởi mô đun nhận 610, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối nhận theo phương án này của sáng chế, thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa vào ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất đã nhận được, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất tương ứng với ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, và thu được dữ liệu người dùng, để ma trận ký hiệu điều chế được gửi bằng thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế có thể được giải mã, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Tùy chọn, theo một phương án, mô đun xác định 620 này được cấu hình riêng để:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa;

giải mã ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất dựa vào các khuếch đại kênh này, để thu được các giá trị hàm hợp lý logarit tương ứng với tất cả các tổ hợp của các ký hiệu điều chế và các ma trận tiền mã hóa; và

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma

trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Tùy chọn, theo một phương án, thiết bị đầu cuối nhận 600 này còn bao gồm:

mô đun thu nhận, được cấu hình để lấy thông tin ưu tiên của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, trước khi mô đun xác định mã hóa tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất; và

mô đun xác định 620 được cấu hình riêng để:

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa dựa vào thông tin ưu tiên này, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối nhận theo phương án này của sáng chế, thực hiện lặp lại giải mã bằng cách sử dụng thông tin ưu tiên phản hồi, để có thể cải thiện hiệu suất của thiết bị nhận.

Tùy chọn, theo một phương án, mô đun nhận 610 còn được cấu hình để:

nhận ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit này, ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền, và thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng thiết bị đầu cuối truyền này; và

mô đun xác định 620 được cấu hình riêng để:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này và ít nhất một nhóm bit dữ liệu thứ hai.

Tùy chọn, theo một phương án, ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, thiết bị đầu cuối nhận 600 này là thiết bị mạng, hoặc

thiết bị đầu cuối nhận 600 này là thiết bị đầu cuối.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối nhận theo phương án này của sáng chế, thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa vào ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất đã nhận được, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất tương ứng với ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, và thu được dữ liệu người dùng, để ma trận ký hiệu điều chế được gửi bằng thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế có thể được giải mã, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Như được thể hiện trong FIG.17, một phương án của sáng chế còn đề xuất thiết bị đầu cuối nhận 700. Thiết bị đầu cuối nhận 700 này bao gồm buýt 710, bộ xử lý 720 được nối với buýt 710, bộ nhớ 730 được nối với buýt 710, và bộ nhận 740 được nối với buýt 710. Bộ xử lý 720, bộ nhớ 730, và bộ nhận 740 được kết nối bằng cách sử dụng buýt 10. Bộ nhớ 730 được cấu hình để lưu giữ lệnh. Bộ xử lý 720 được cấu hình để thực hiện lệnh được lưu giữ trong bộ nhớ 730. Bộ nhận 740 khởi động chương trình được lưu trong bộ nhớ 730 bằng cách sử dụng buýt 710, để:

nhận ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong số nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước, ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, và ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền này, nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit.

Bộ xử lý 720 khởi động chương trình được lưu trong bộ nhớ 730 bằng cách sử dụng buýt 710, để:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối nhận theo phương án này của sáng chế, thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa vào ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất đã nhận được, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất tương ứng với ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, và thu được dữ liệu người dùng, để ma trận ký

hiệu điều chế được gửi bằng thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế có thể được giải mã, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Cần hiểu rằng theo phương án này của sáng chế, bộ xử lý 720 có thể là bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit, CPU). Theo cách khác, bộ xử lý 720 này có thể là bộ xử lý đa năng khác, bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor, DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit, ASIC), mảng cổng lập trình được dạng trường (Field-Programmable Gate Array, FPGA) hoặc thiết bị logic khả trình khác, cổng hoặc thiết bị logic tranzito rời rạc, bộ phận phần cứng rời rạc, hoặc các thiết bị tương tự. Bộ xử lý đa năng này có thể là bộ vi xử lý, hoặc bộ xử lý này có thể là bộ xử lý thông dụng bất kỳ, hoặc các thiết bị tương tự.

Bộ nhớ 730 có thể bao gồm bộ nhớ chỉ đọc và bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên, và cấp lệnh và dữ liệu cho bộ xử lý 720. Phần của bộ nhớ 730 có thể còn bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên bất biến. Ví dụ, bộ nhớ 730 còn có thể lưu thông tin về kiểu thiết bị.

Buýt 710 có thể bao gồm buýt dữ liệu, và ngoài ra có thể bao gồm buýt công suất, buýt tín hiệu trạng thái, hoặc các loại tương tự. Tuy nhiên, để mô tả rõ ràng, các buýt khác nhau được ký hiệu là buýt 710 trong các hình vẽ.

Trong quy trình thực hiện, các bước trong các phương pháp được mô tả trên đây có thể được thực hiện bằng mạch logic tích hợp phần cứng trong bộ xử lý 720 hoặc lệnh dưới dạng phần mềm. Các bước của các phương pháp được mô tả dựa vào các phương án của sáng chế có thể là được thể hiện trực tiếp là: các bước được thực hiện bằng bộ xử lý phần cứng hoặc bằng tổ hợp mô đun phần cứng và phần mềm trong bộ xử lý. Mô đun phần mềm có thể được đặt trong bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên, bộ nhớ nhanh, bộ nhớ chỉ đọc, bộ nhớ chỉ đọc khả trình hoặc bộ nhớ khả trình xóa được bằng điện, bộ ghi, hoặc phương tiện lưu trữ thu nhỏ khác trong lĩnh vực này. Phương tiện lưu trữ này được đặt trong bộ nhớ 730. Bộ xử lý 720 đọc thông tin từ bộ nhớ 730 và hoàn thành các bước của các phương pháp nêu trên kết hợp với phần cứng của bộ xử lý 720. Để tránh nhắc lại, các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Tùy chọn, theo một phương án, bộ xử lý 720 được cấu hình riêng để:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa;

giải mã ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào các khuếch đại kênh này, để thu được các giá trị hàm hợp lý logarit tương ứng với tất cả các tổ hợp của các ký hiệu điều chế và các ma trận tiền mã hóa; và

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Tùy chọn, theo một phương án, bộ nhận 740 còn được cấu hình để:

thu lấy thông tin ưu tiên của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này; và

việc bộ xử lý 720 giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm:

dựa vào thông tin ưu tiên này, giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối nhận theo phương án này của sáng chế, thực hiện lặp lại giải mã bằng cách sử dụng thông tin ưu tiên phản hồi, để có thể cải thiện hiệu suất của thiết bị đầu cuối nhận.

Tùy chọn, theo một phương án, bộ nhận 740 còn được cấu hình để:

nhận ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, phần thứ tư chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit này, ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của thiết bị đầu cuối truyền, và thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai bằng thiết bị đầu cuối truyền này; và

việc bộ xử lý 720 thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm:

thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa, dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất và ít nhất một nhóm bit dữ liệu thứ hai.

Tùy chọn, theo một phương án, ký hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

Tùy chọn, theo một phương án, thiết bị đầu cuối nhận 700 là thiết bị mạng, hoặc thiết bị đầu cuối nhận 700 này là thiết bị đầu cuối.

Cần hiểu rằng thiết bị đầu cuối nhận 700 theo phương án này của sáng chế có thể tương ứng với thể thực thi các phương pháp theo các phương án của sáng chế, hoặc có thể tương tứng với thiết bị đầu cuối nhận 600 dựa vào phương án này của sáng chế. Ngoài ra, các hoạt động và/hoặc các chức năng nêu trên và khác nữa của các mô đun trong thiết bị đầu cuối nhận 700 này là để thực hiện các quy trình tương ứng trong các phương pháp trong FIG.2 đến FIG.13. Để ngắn gọn, các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Do đó, dựa vào thiết bị đầu cuối nhận theo phương án này của sáng chế, thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa vào ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất đã nhận được, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất tương ứng với ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này, và thu được dữ liệu người dùng, để ma trận ký hiệu điều chế được gửi bằng thiết bị đầu cuối truyền theo phương án này của sáng chế có thể được giải mã, và có thể giải quyết vấn đề độ tin cậy truyền thấp trong điều chế không gian.

Ngoài ra, thuật ngữ "và/hoặc" trong bản mô tả này chỉ mô tả quan hệ kết hợp để mô tả các đối tượng có liên quan và thể hiện rằng có thể tồn tại ba quan hệ. Ví dụ, A và/hoặc B có thể thể hiện ba trường hợp sau: Chỉ có A, có cả A và B, và chỉ có B. Ngoài ra, ký tự "/" trong bản mô tả này thường chỉ quan hệ "hoặc" giữa các đối tượng có liên quan.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể biết rằng, kết hợp với các ví dụ được mô tả trong các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này, các khối và các bước giải thuật có thể được thực hiện bằng phần cứng chạy điện, phần mềm máy tính, hoặc tổ hợp của chúng. Để mô tả rõ ràng khả năng thay đổi lẫn nhau giữa phần cứng và phần mềm, phần mô tả trên đây đã mô tả chung các thành phần và các bước của mỗi ví dụ dựa vào các hoạt động. Cho dù các hoạt động này được thực hiện bằng phần mềm hoặc phần cứng tùy thuộc vào các sử dụng cụ thể và các điều kiện bắt buộc khi thiết kế của các giải pháp kỹ thuật. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các hoạt động đã được mô tả cho mỗi sử dụng cụ thể, nhưng không được xem là việc thực hiện như vậy nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu rõ là, nhằm mô tả thích hợp và ngắn gọn, đối với quy trình hoạt động chi tiết của hệ thống, máy, và khối nêu trên, có thể tham khảo quy trình tương đương trong các phương án về phương

pháp nêu trên, và các chi tiết không được mô tả ở đây.

Trong một vài phương án được đề xuất theo sáng chế, cần hiểu rằng hệ thống, máy, và phương pháp đã được mô tả có thể được thực hiện theo các cách khác. Ví dụ, phương án của máy đã được mô tả chỉ là một ví dụ. Ví dụ, việc phân chia khối chỉ thuần túy là phân chia chức năng logic và có thể là cách phân chia khác khi thực hiện trên thực tế. Ví dụ, nhiều khối hoặc nhiều thành phần có thể được kết hợp hoặc tích hợp vào hệ thống khác, hoặc một số tính năng có được được bỏ qua hoặc không thực hiện. Ngoài ra, các liên kết tương hỗ hoặc các kết nối truyền thông đã được trình bày hoặc đã được mô tả có thể được thực hiện thông qua một số giao diện. Các liên kết hoặc các kết nối truyền thông gián tiếp giữa các máy hoặc các khối có thể được thực hiện dưới dạng điện tử, cơ học, hoặc các dạng khác.

Các khối được mô tả như những bộ phận rời rạc có thể hoặc không thể tách biệt về mặt vật lý, và các bộ phận được thể hiện dưới dạng các khối có thể hoặc không phải là các khối vật lý, có thể được đặt ở cùng vị trí hoặc có thể được phân bố trên nhiều khối mạng. Một phần hoặc tất cả các khối này có thể được lựa chọn theo nhu cầu thực tế để đạt được các mục tiêu của các giải pháp theo các phương án của sáng chế.

Ngoài ra, các khối chức năng theo các phương án của sáng chế có thể được tích hợp vào một khối xử lý hoặc từng khối có thể tồn tại độc lập về mặt vật lý, hoặc hai hoặc nhiều khối được tích hợp vào một khối. Khối tích hợp này có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện dưới dạng khối chức năng phần mềm.

Khi khối tích hợp này được thực hiện dưới dạng khối chức năng phần mềm và được bán hoặc sử dụng như một sản phẩm độc lập, khối tích hợp này có thể được lưu trong môi trường lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính. Dựa trên hiểu biết như vậy, các giải pháp kỹ thuật của sáng chế, hoặc phần đóng góp cho các kỹ thuật đã biết, hoặc toàn bộ hoặc một phần của các giải pháp kỹ thuật này, về bản chất có thể được thực hiện dưới dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm này được lưu trong môi trường lưu trữ và bao gồm một số lệnh để chỉ dẫn thiết bị máy tính (có thể là máy tính cá nhân, máy chủ hoặc thiết bị mạng) thực hiện tất cả hoặc một phần các bước của phương pháp được mô tả trong các phương án của sáng chế. Môi trường lưu trữ nói trên bao gồm: bất kỳ môi trường nào có thể lưu mã chương trình, như ổ USB, ổ cứng di động, 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 đơn thuần là các phương án cụ thể của sáng chế, nhưng không nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Bất kỳ sửa đổi hoặc thay thế nào được tạo ra bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này mà thuộc phạm vi kỹ thuật được bộc lộ trong sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do

đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế là phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị đầu cuối truyền, bao gồm N ăng-ten, trong đó N≥2; và thiết bị đầu cuối truyền này bao gồm:

mô đun ánh xạ, được cấu hình để thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và trong đó phần thứ nhất chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit;

mô đun xác định thứ nhất, được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten, và trong đó phần thứ hai chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bit;

mô đun tiền mã hóa, được cấu hình để thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất; và

mô đun truyền, được cấu hình để truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten này.

2. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 1, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này bao gồm R hàng và C cột, trong đó R tương ứng với số lượng của ít nhất hai ăng-ten này, và trong đó C tương ứng với số lượng các ký hiệu khác 0 của ký hiệu điều chế thứ nhất.

3. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 1, trong đó mô đun truyền được cấu hình riêng để:

thực hiện xử lý xếp chồng trên ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra sau khi thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ hai dựa vào ma trận tiền mã hóa thứ hai, trong đó ký hiệu điều chế thứ hai này được tạo ra bằng cách thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ ba chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ hai này được xác định dựa vào phần thứ tư chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai này, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ hai này bao gồm ít nhất hai bit, trong đó phần thứ ba chứa các bit này bao gồm ít nhất một bit, trong đó phần thứ tư chứa các bit này là bit của nhóm bit dữ liệu thứ hai khác với phần thứ ba chứa các bit, và trong đó ma trận tiền mã hóa thứ hai này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất thu được sau khi xử lý xếp chồng tới

thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten này.

4. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 3, trong đó số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này và số lượng hàng trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này bằng nhau, và trong đó số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này và số lượng cột trong ma trận ký hiệu điều chế thứ hai này bằng nhau.

5. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 3, trong đó ký hiệu điều chế thứ nhất này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

6. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 3, trong đó hiệu điều chế thứ hai này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế không phải là 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

7. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 1, trong đó phần tử của ma trận tiền mã hóa thứ nhất là 0 hoặc 1.

8. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 1, trong đó việc xử lý ánh xạ bit được thực hiện bởi mô đun ánh xạ là ánh xạ các bit sử dụng từ mã, trong đó từ mã này là vectơ số phức đa chiều biểu diễn quan hệ ánh xạ giữa các bit và ít nhất hai ký hiệu điều chế, và trong đó ít nhất hai ký hiệu điều chế này bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

9. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 1, trong đó thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị mạng.

10. Thiết bị đầu cuối truyền theo điểm 1, trong đó thiết bị đầu cuối truyền này là thiết bị đầu cuối.

11. Thiết bị đầu cuối nhận, trong đó thiết bị đầu cuối nhận này bao gồm:

mô đun nhận, được cấu hình để nhận ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền;

mô đun xác định, được cấu hình để thực hiện dự đoán kênh trên các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa;

giải mã ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này dựa vào các khuếch đại kênh của các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa này, để thu được các giá trị hàm hợp lý logarit tương ứng với các tổ hợp của các ký hiệu điều chế và nhiều ma trận tiền mã hóa này; và

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế thứ nhất và ma trận tiền mã hóa, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất.

12. Thiết bị đầu cuối nhận theo điểm 11, trong đó thiết bị đầu cuối nhận này còn bao gồm:

mô đun thu nhận, được cấu hình để lấy thông tin ưu tiên của nhóm bit dữ liệu thứ nhất này,; và

mô đun xác định này được cấu hình riêng để:

giải mã tổ hợp có giá trị hàm hợp lý logarit lớn nhất của ký hiệu điều chế này và ma trận tiền mã hóa này dựa vào thông tin ưu tiên này, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất này.

13. Thiết bị đầu cuối nhận theo điểm 11, trong đó mô đun nhận này còn được cấu hình để:

nhận ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền,

mô đun xác định này được cấu hình riêng để:

thực hiện dự đoán kênh trên các kênh tương ứng với nhiều ma trận tiền mã hóa này dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất và ít nhất một ma trận ký hiệu điều chế thứ hai, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất và ít nhất một nhóm bit dữ liệu thứ hai.

14. Thiết bị đầu cuối nhận theo điểm 13, trong đó ít nhất một ký hiệu điều chế thứ hai bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

15. Thiết bị đầu cuối nhận theo điểm 11, trong đó ký hiệu điều chế thứ nhất bao gồm ít nhất một ký hiệu điều chế khác 0 và ít nhất một ký hiệu điều chế là 0.

16. Thiết bị đầu cuối nhận theo điểm 11, trong đó thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị mạng.

17. Thiết bị đầu cuối nhận theo điểm 11, trong đó thiết bị đầu cuối nhận này là thiết bị đầu cuối.

18. Phương pháp truyền dữ liệu, bao gồm các bước:

thực hiện, bởi đầu cuối truyền, xử lý ánh xạ bít trên phần thứ nhất chứa các bít của nhóm bít dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bít dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bít, và trong đó phần thứ nhất chứa các bít này bao gồm ít nhất một bít;

xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa được thiết lập trước theo phần thứ hai chứa các bít của nhóm bít dữ liệu thứ nhất, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten của đầu cuối truyền này, trong đó $N \geq 2$, và trong đó phần thứ hai chứa các bít là bít của nhóm bít dữ

liệu thứ nhất khác với phần thứ nhất chứa các bít;

thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất này, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất; và

truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này đến thiết bị đầu cuối nhận bởi đầu cuối truyền này sử dụng ít nhất hai ăng-ten của đầu cuối truyền này.

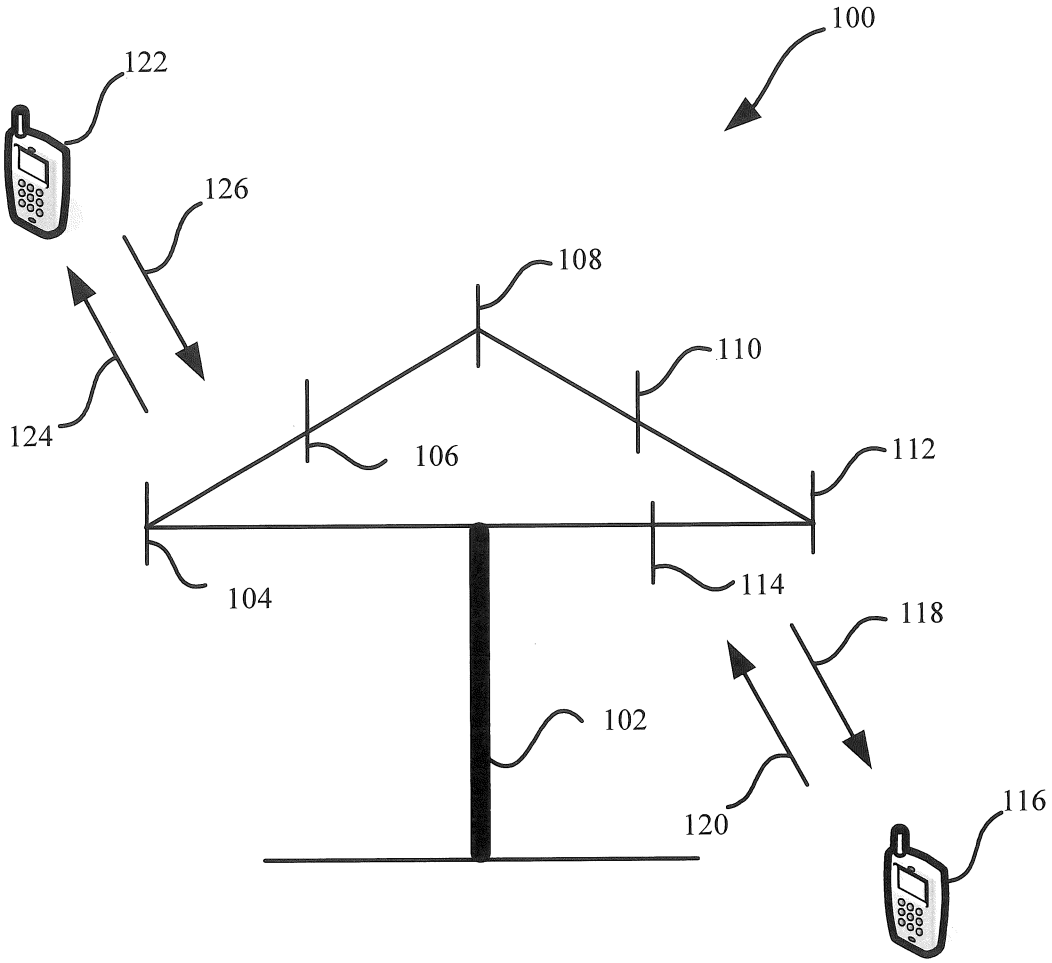


FIG.1

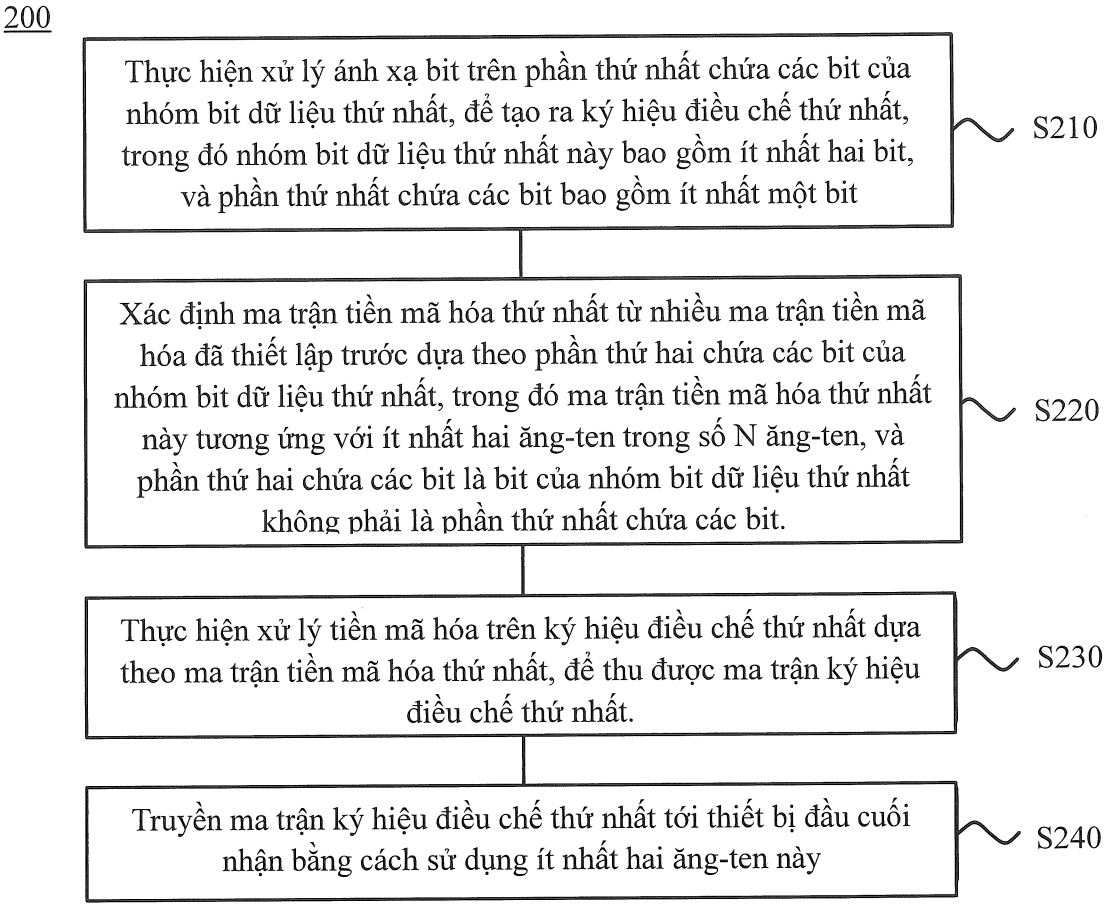

200
Thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, để tạo ra ký hiệu điều chế thứ nhất, trong đó nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, và phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit
S210
Xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước dựa theo phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất không phải là phần thứ nhất chứa các bit.
S220
Thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, để thu được ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất.
S230
Truyền ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất tới thiết bị đầu cuối nhận bằng cách sử dụng ít nhất hai ăng-ten này
S240

FIG.2

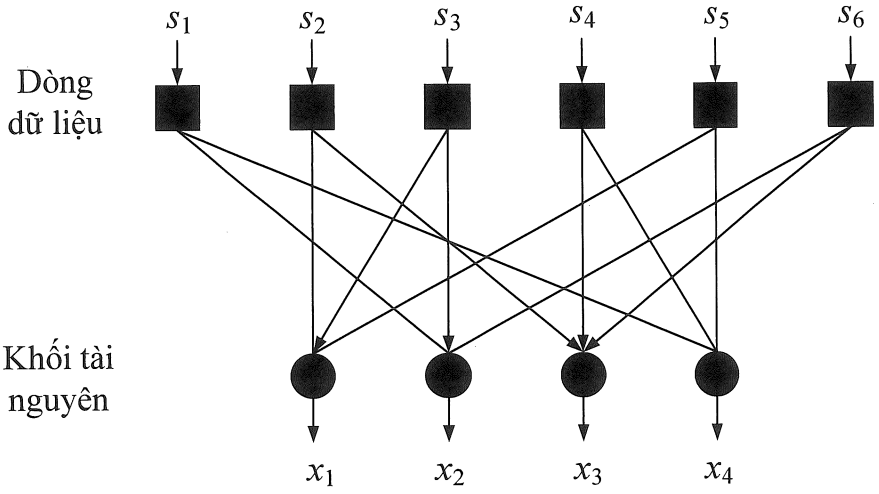

s_1
s_2
s_3
s_4
s_5
s_6
Dòng dữ liệu
Khối tài nguyên
x_1
x_2
x_3
x_4

FIG.3

3/10

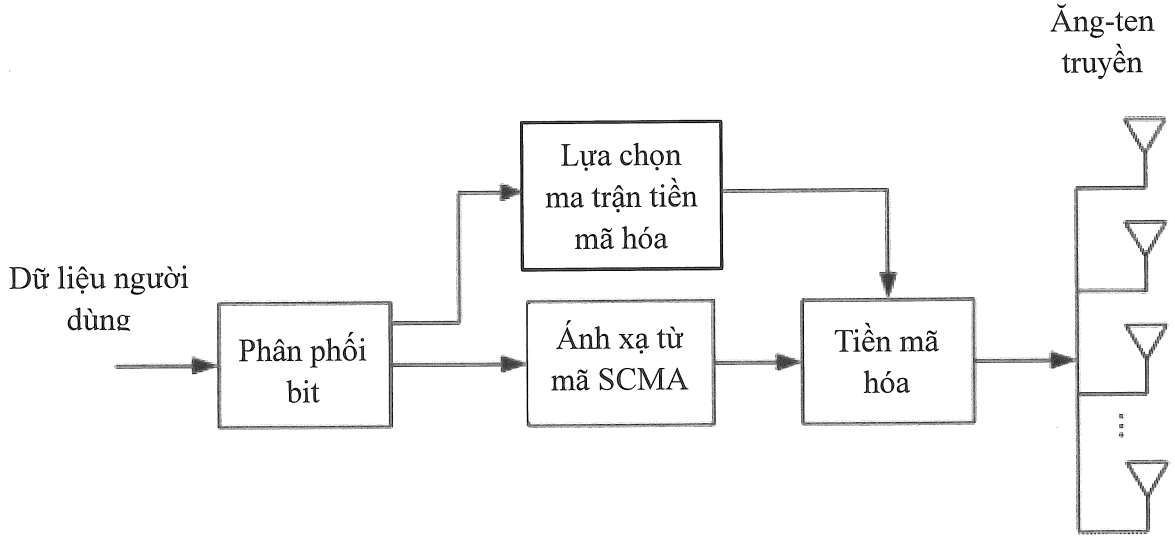


FIG.4

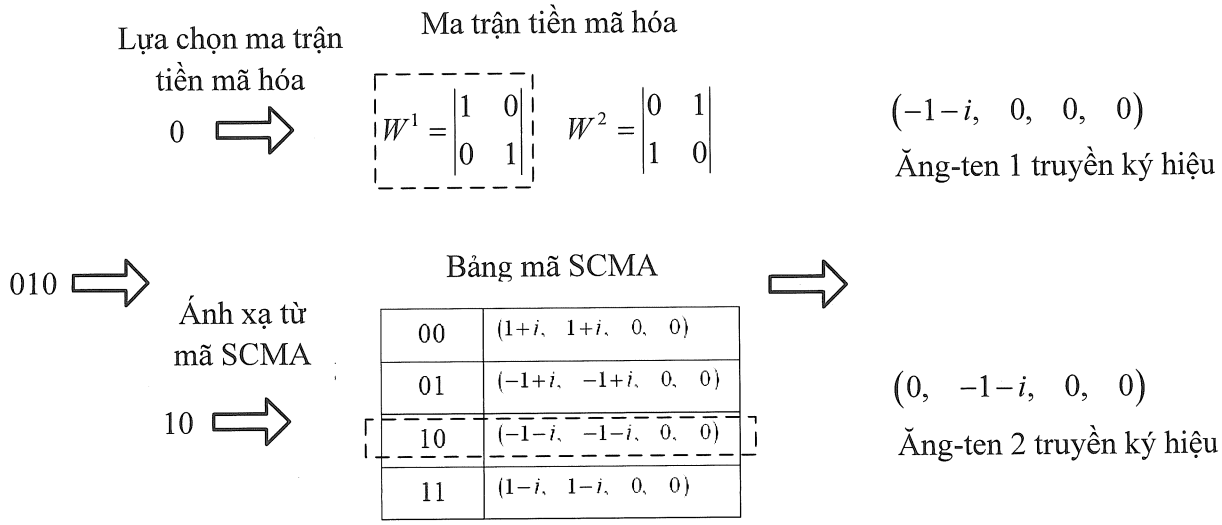


FIG.5

4/10

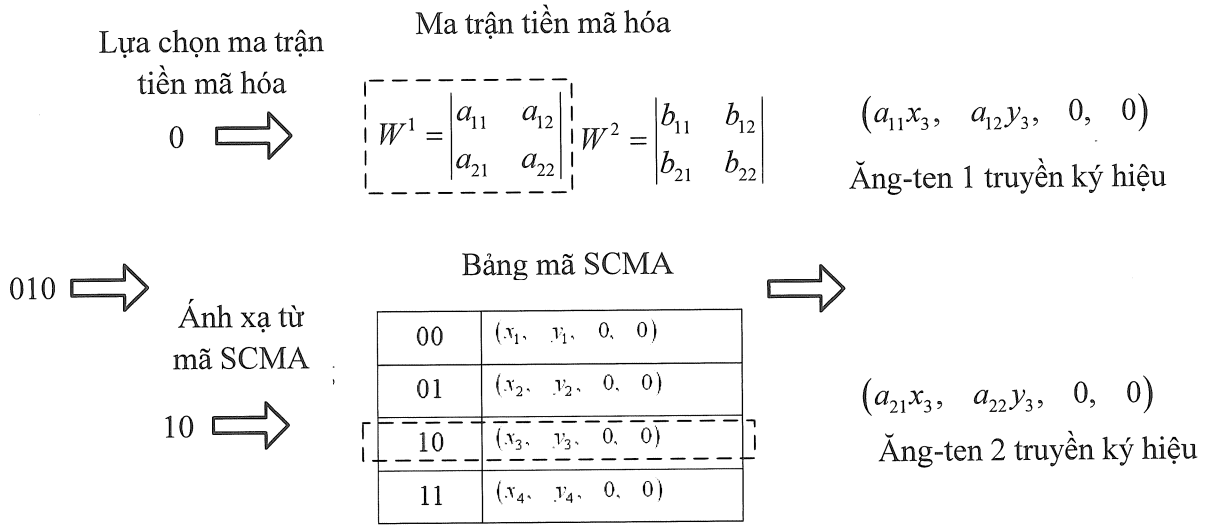


FIG.6

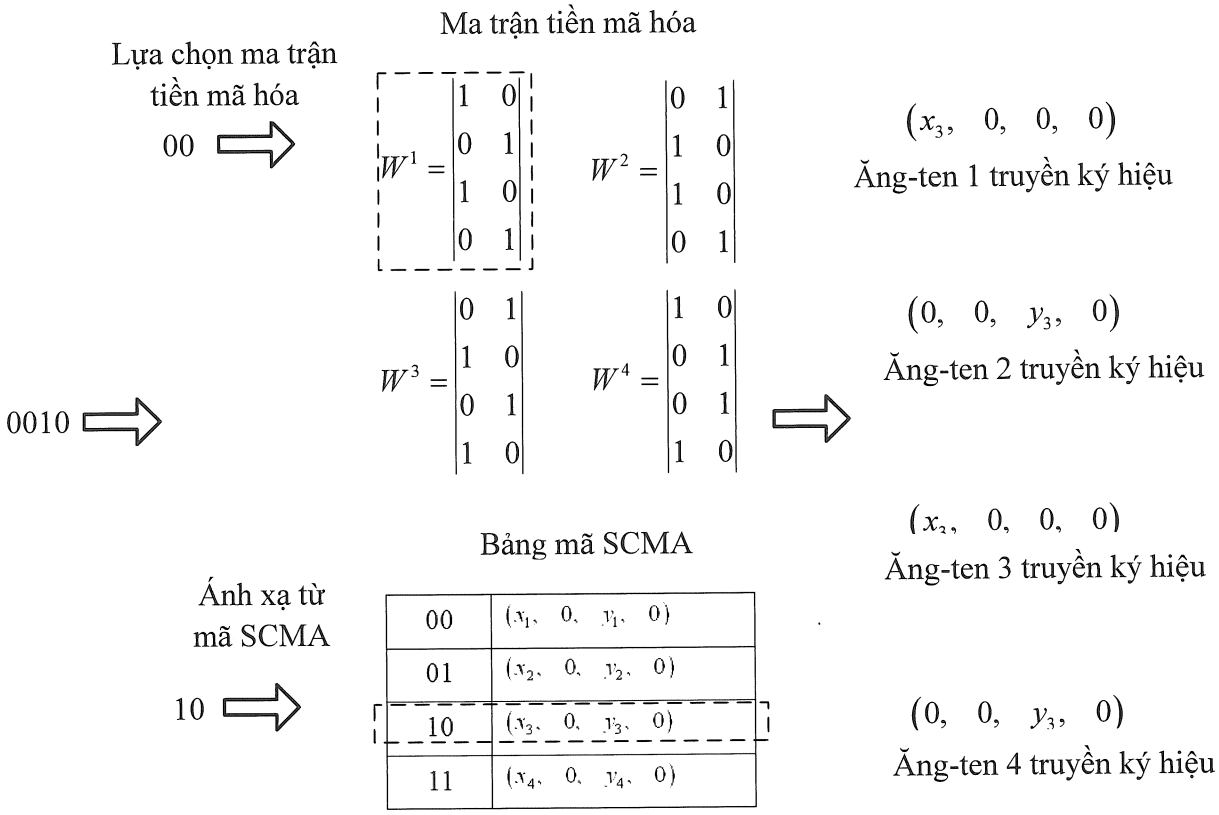


FIG.7

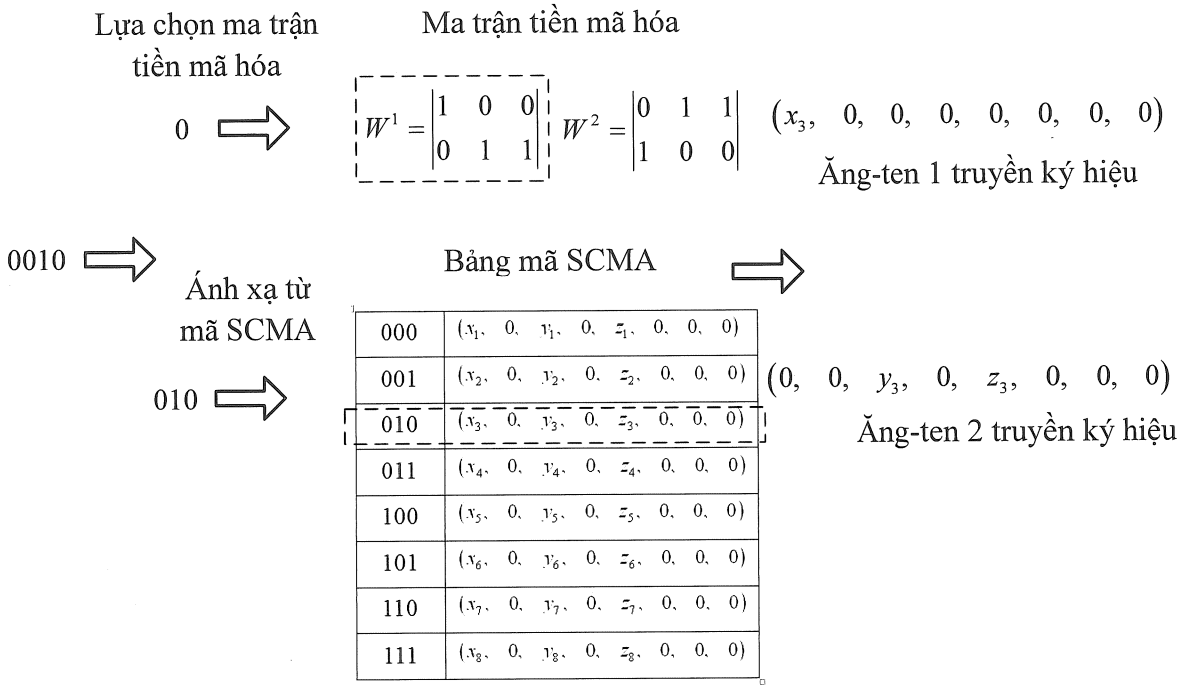

Lựa chọn ma trận tiền mã hóa
Ma trận tiền mã hóa
0
$W^1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$ $W^2 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$
$(x_3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$
Ăng-ten 1 truyền ký hiệu
0010
Ánh xạ từ mã SCMA
Bảng mã SCMA
000 $(x_1, 0, y_1, 0, z_1, 0, 0, 0)$
001 $(x_2, 0, y_2, 0, z_2, 0, 0, 0)$
010 $(x_3, 0, y_3, 0, z_3, 0, 0, 0)$
011 $(x_4, 0, y_4, 0, z_4, 0, 0, 0)$
100 $(x_5, 0, y_5, 0, z_5, 0, 0, 0)$
101 $(x_6, 0, y_6, 0, z_6, 0, 0, 0)$
110 $(x_7, 0, y_7, 0, z_7, 0, 0, 0)$
111 $(x_8, 0, y_8, 0, z_8, 0, 0, 0)$
010
$(0, 0, y_3, 0, z_3, 0, 0, 0)$
Ăng-ten 2 truyền ký hiệu

FIG.8

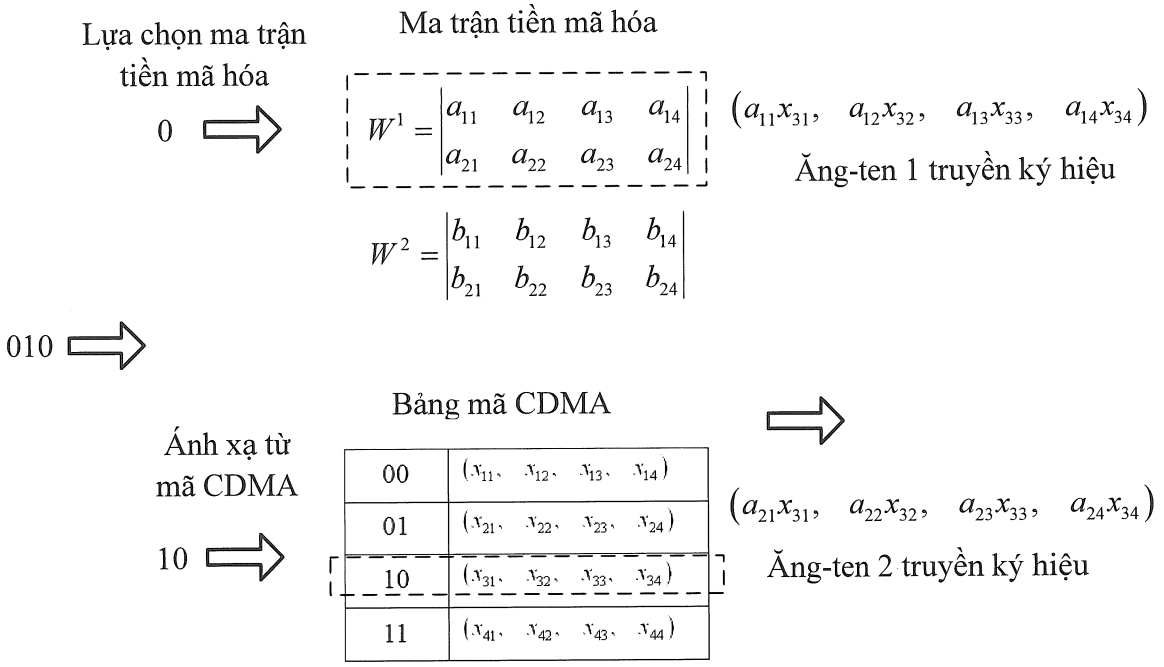

Lựa chọn ma trận tiền mã hóa
Ma trận tiền mã hóa
0
$W^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \end{vmatrix}$
$(a_{11}x_{31}, a_{12}x_{32}, a_{13}x_{33}, a_{14}x_{34})$
Ăng-ten 1 truyền ký hiệu
$W^2 = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \end{vmatrix}$
010
Ánh xạ từ mã CDMA
Bảng mã CDMA
00 $(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14})$
01 $(x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24})$
10 $(x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34})$
11 $(x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44})$
10
$(a_{21}x_{31}, a_{22}x_{32}, a_{23}x_{33}, a_{24}x_{34})$
Ăng-ten 2 truyền ký hiệu

FIG.9

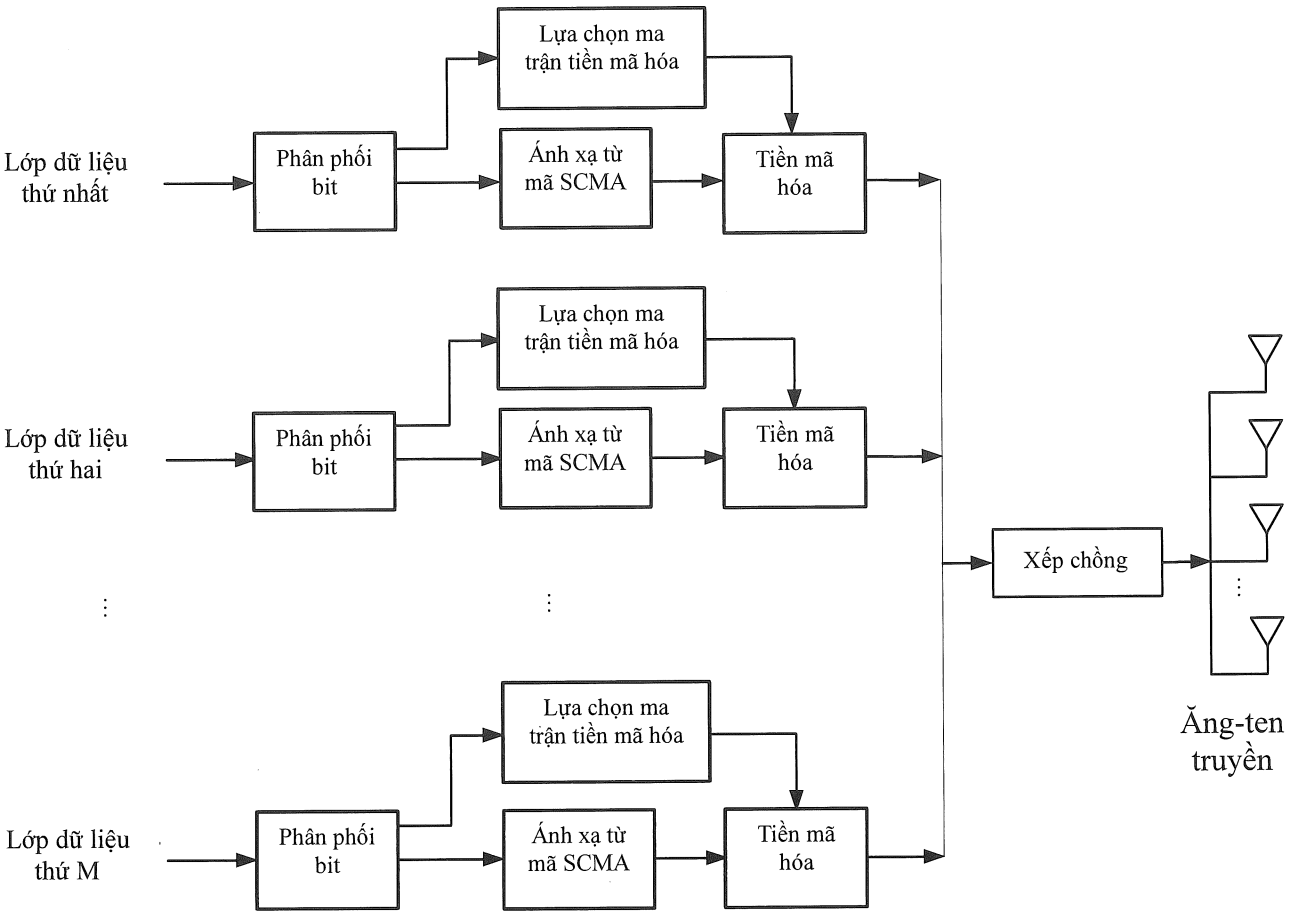

Lớp dữ liệu thứ nhất
Phân phối bit
Lựa chọn ma trận tiền mã hóa
Ánh xạ từ mã SCMA
Tiền mã hóa
Lớp dữ liệu thứ hai
Phân phối bit
Lựa chọn ma trận tiền mã hóa
Ánh xạ từ mã SCMA
Tiền mã hóa
Lớp dữ liệu thứ M
Phân phối bit
Lựa chọn ma trận tiền mã hóa
Ánh xạ từ mã SCMA
Tiền mã hóa
Xếp chồng
Ăng-ten truyền

FIG.10

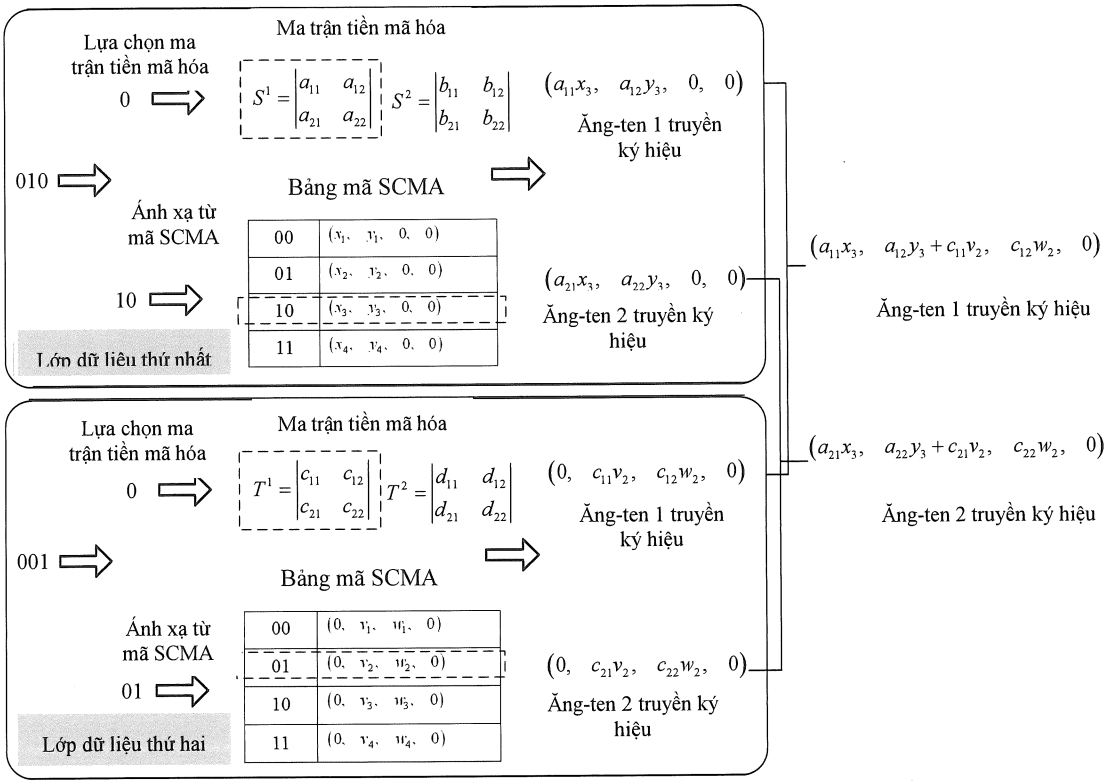

Lớp dữ liệu thứ nhất
Lựa chọn ma trận tiền mã hóa
0
010
Ma trận tiền mã hóa
$S^1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ $S^2 = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{vmatrix}$
Bảng mã SCMA
Ánh xạ từ mã SCMA
10
00 $(x_1, y_1, 0, 0)$
01 $(x_2, y_2, 0, 0)$
10 $(x_3, y_3, 0, 0)$
11 $(x_4, y_4, 0, 0)$
$(a_{11}x_3, a_{12}y_3, 0, 0)$
Ăng-ten 1 truyền ký hiệu
$(a_{21}x_3, a_{22}y_3, 0, 0)$
Ăng-ten 2 truyền ký hiệu
Lớp dữ liệu thứ hai
Lựa chọn ma trận tiền mã hóa
0
001
Ma trận tiền mã hóa
$T^1 = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix}$ $T^2 = \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} \\ d_{21} & d_{22} \end{vmatrix}$
Bảng mã SCMA
Ánh xạ từ mã SCMA
01
00 $(0, v_1, w_1, 0)$
01 $(0, v_2, w_2, 0)$
10 $(0, v_3, w_3, 0)$
11 $(0, v_4, w_4, 0)$
$(0, c_{11}v_2, c_{12}w_2, 0)$
Ăng-ten 1 truyền ký hiệu
$(0, c_{21}v_2, c_{22}w_2, 0)$
Ăng-ten 2 truyền ký hiệu
$(a_{11}x_3, a_{12}y_3 + c_{11}v_2, c_{12}w_2, 0)$
Ăng-ten 1 truyền ký hiệu
$(a_{21}x_3, a_{22}y_3 + c_{21}v_2, c_{22}w_2, 0)$
Ăng-ten 2 truyền ký hiệu

FIG.11

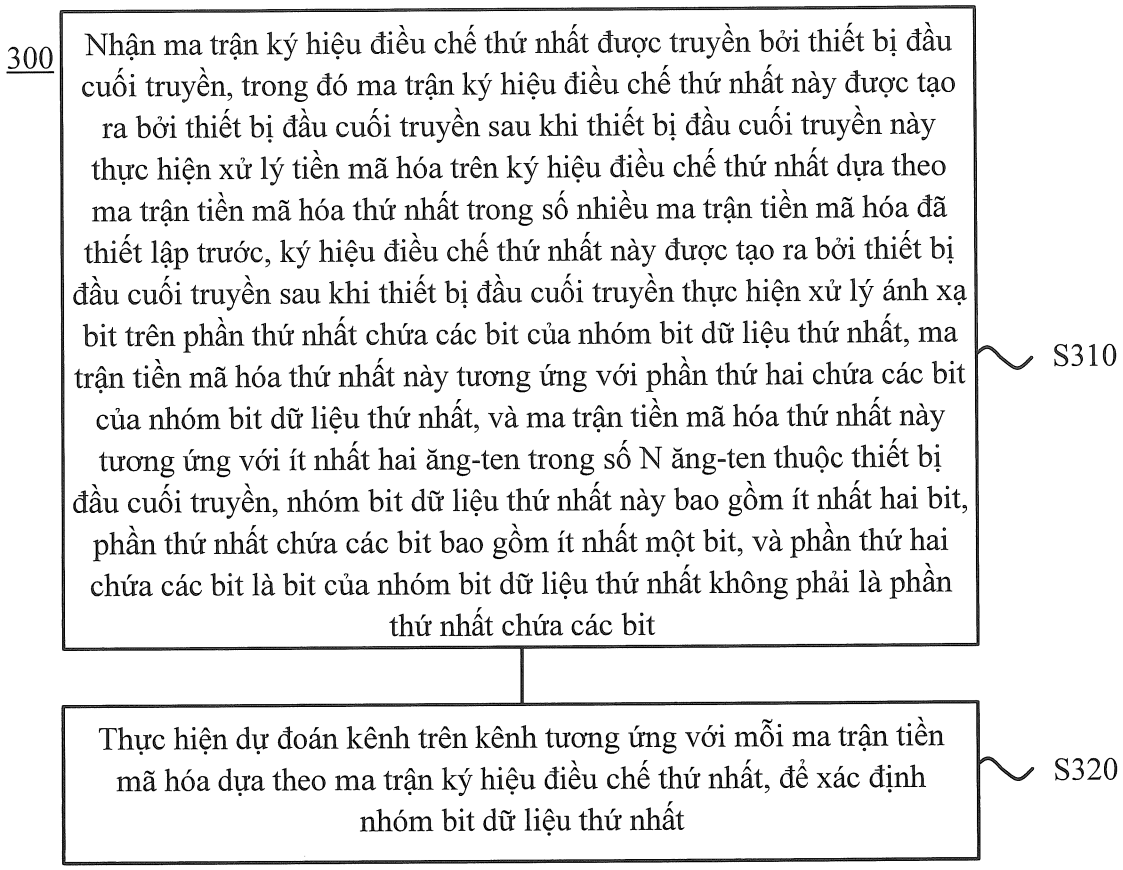

300
Nhận ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất được truyền bởi thiết bị đầu cuối truyền, trong đó ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền này thực hiện xử lý tiền mã hóa trên ký hiệu điều chế thứ nhất dựa theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong số nhiều ma trận tiền mã hóa đã thiết lập trước, ký hiệu điều chế thứ nhất này được tạo ra bởi thiết bị đầu cuối truyền sau khi thiết bị đầu cuối truyền thực hiện xử lý ánh xạ bit trên phần thứ nhất chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với phần thứ hai chứa các bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất, và ma trận tiền mã hóa thứ nhất này tương ứng với ít nhất hai ăng-ten trong số N ăng-ten thuộc thiết bị đầu cuối truyền, nhóm bit dữ liệu thứ nhất này bao gồm ít nhất hai bit, phần thứ nhất chứa các bit bao gồm ít nhất một bit, và phần thứ hai chứa các bit là bit của nhóm bit dữ liệu thứ nhất không phải là phần thứ nhất chứa các bit
S310
Thực hiện dự đoán kênh trên kênh tương ứng với mỗi ma trận tiền mã hóa dựa theo ma trận ký hiệu điều chế thứ nhất, để xác định nhóm bit dữ liệu thứ nhất
S320

FIG.12

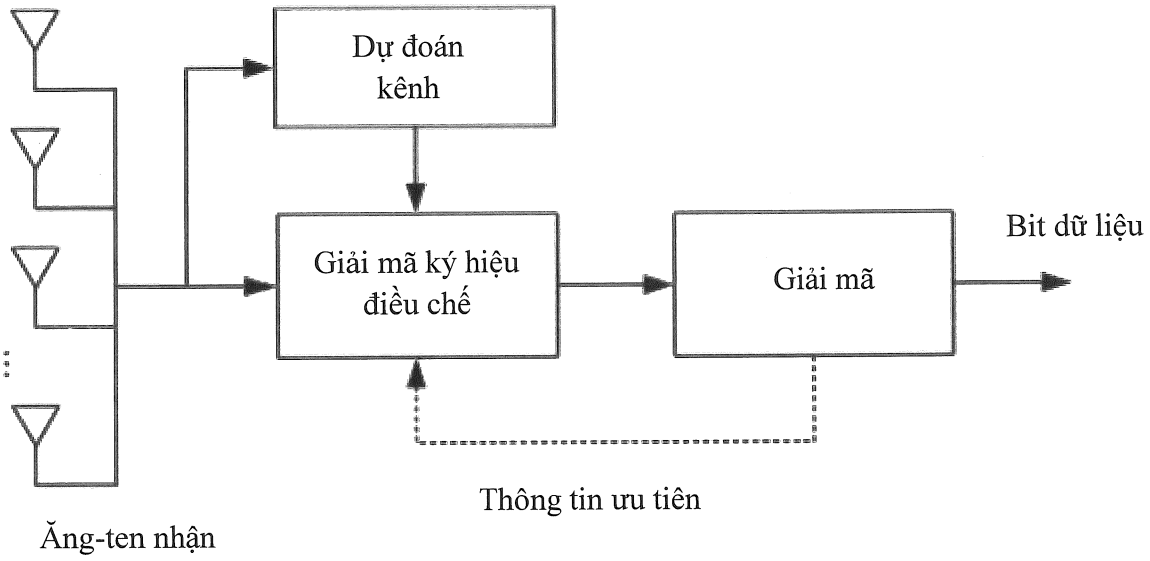

Dự đoán kênh
Giải mã ký hiệu điều chế
Giải mã
Bit dữ liệu
Thông tin ưu tiên
Ăng-ten nhận

FIG.13

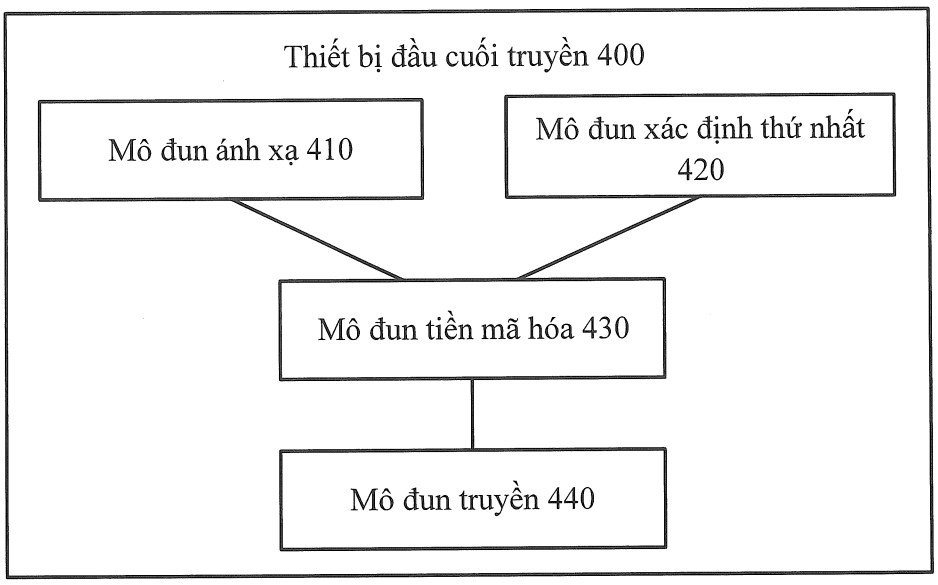

Thiết bị đầu cuối truyền 400
Mô đun ánh xạ 410
Mô đun xác định thứ nhất 420
Mô đun tiền mã hóa 430
Mô đun truyền 440

FIG.14

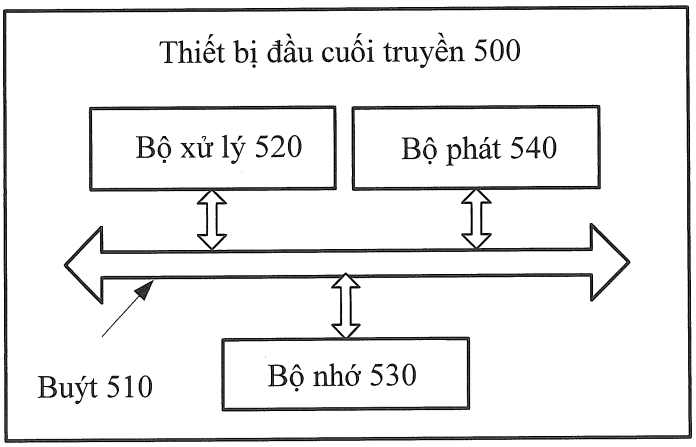

Thiết bị đầu cuối truyền 500
Bộ xử lý 520
Bộ phát 540
Buýt 510
Bộ nhớ 530

FIG.15

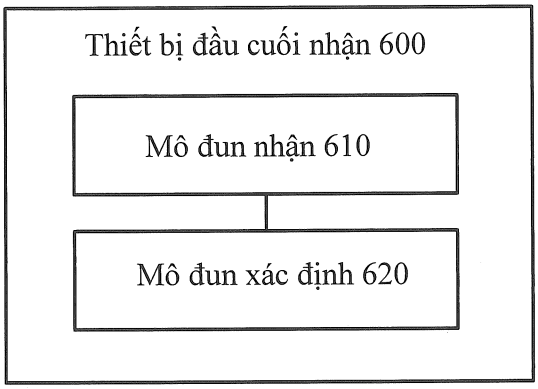

Thiết bị đầu cuối nhận 600
Mô đun nhận 610
Mô đun xác định 620

FIG.16

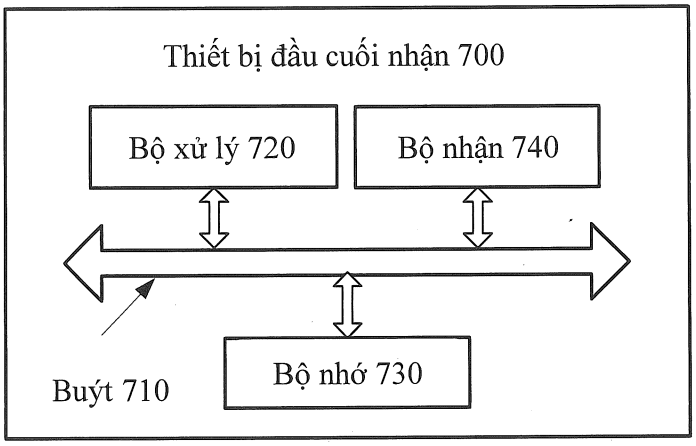

Thiết bị đầu cuối nhận 700
Bộ xử lý 720
Bộ nhận 740
Buýt 710
Bộ nhớ 730

FIG.17