



(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)



1-0045468

(51)^{2020.01} H04L 25/02

(13) B

(21) 1-2020-04870

(22) 08/01/2019

(86) PCT/CN2019/070904 08/01/2019

(87) WO 2019/144801 A1 01/08/2019

(30) 201810075250.X 25/01/2018 CN

(45) 26/05/2025 446

(43) 25/03/2021 396A

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

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

(72) WANG, Xiaohan (CN); JIN, Huangping (CN); REN, Xiang (CN); HAN, Wei (CN);
BI, Xiaoyan (CN).

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

(54) THIẾT BỊ ĐÁNH GIÁ KÊNH, PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ KÊNH, CHIP
TRUYỀN THÔNG VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ BẤT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BỞI
MÁY TÍNH

(21) 1-2020-04870

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị đánh giá kênh, và liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật truyền thông, để giúp làm giảm các tổn hao chỉ báo. Phương pháp có thể bao gồm các bước: tạo ra và gửi thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, trong đó ma trận không gian-tần số là vector không gian-tần số $M \times N$ chiều hoặc ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là một trong số M và N , $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên.

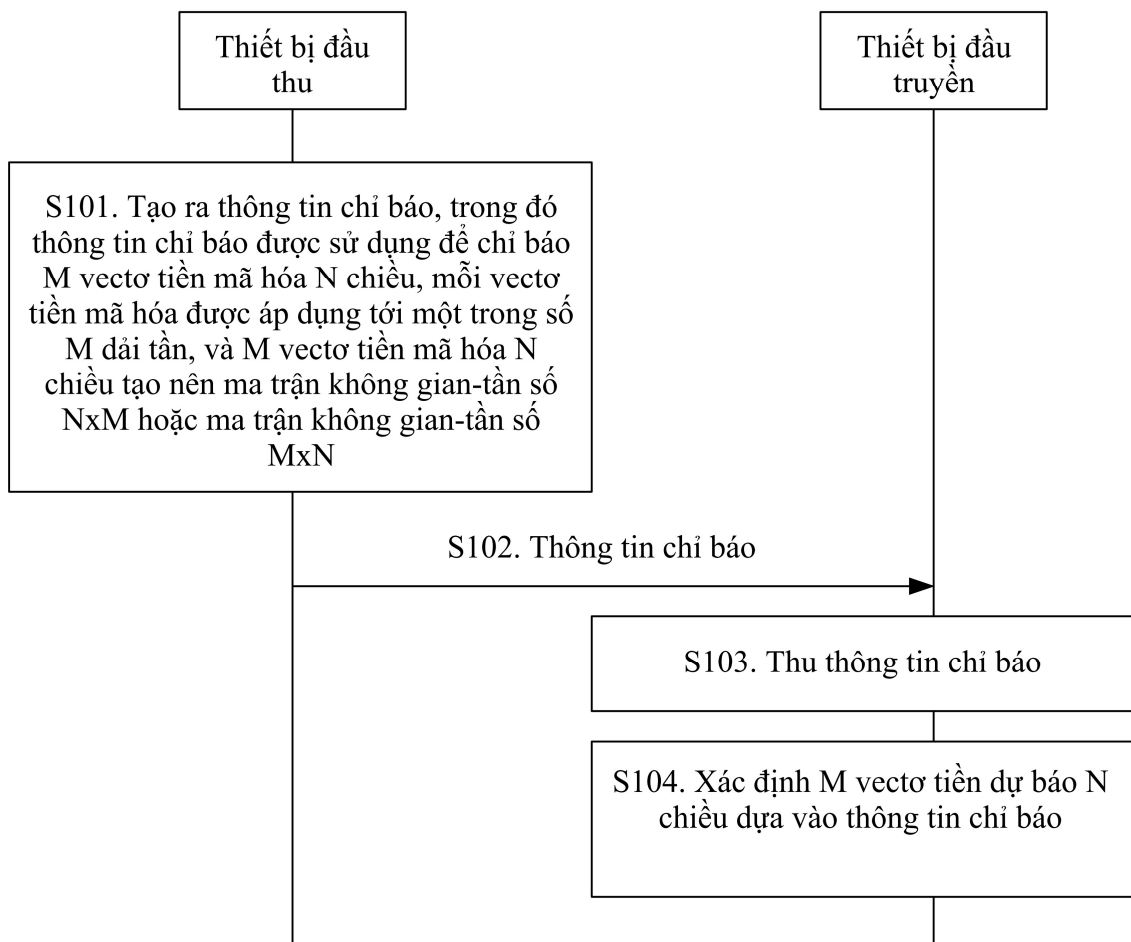


FIG. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các kỹ thuật tiền mã hóa, và cụ thể là đến phương pháp và thiết bị đánh giá kênh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự xuất hiện của kỹ thuật đa đầu vào đa đầu ra (multiple input multiple output - MIMO) đã đem đến các sự thay đổi mạnh mẽ tới truyền thông không dây. Kỹ thuật MIMO có thể nâng cao đáng kể hiệu quả của hệ thống truyền thông không dây với sự phát triển của các anten trên thiết bị đầu truyền và thiết bị đầu thu. Ví dụ, theo kịch bản khác nhau, kỹ thuật MIMO có thể nâng cao một cách hữu hiệu độ tin cậy truyền, và theo kịch bản đa hợp, kỹ thuật MIMO có thể nâng rất cao công suất truyền.

Trong hệ thống MIMO, kỹ thuật tiền mã hóa thường được sử dụng để thực hiện việc cải thiện tới kênh, để nâng cao hiệu quả đa hợp không gian (spatial multiplexing). Theo kỹ thuật tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa làm khớp kênh được sử dụng để xử lý các dòng dữ liệu cần được đa hợp không gian (được đề cập ngắn gọn dưới đây là dòng không gian), để thực hiện việc tiền mã hóa tới kênh và nâng cao chất lượng thu của dòng không gian.

Mỗi dòng không gian được đa hợp không gian tương ứng với một vector cột của ma trận tiền mã hóa. Trong quy trình xử lý tiền mã hóa, thiết bị đầu truyền tiền mã hóa dòng không gian nhờ sử dụng vector cột. Do đó, vector cột có thể cũng được đề cập đến là vector tiền mã hóa. Vector tiền mã hóa có thể được xác định bởi thiết bị đầu thu dựa vào tập hợp vector cơ sở miền-không gian, và được chỉ báo tới thiết bị đầu truyền. Tập hợp vector cơ sở miền-không gian là tập hợp của các loạt của các vector cơ sở miền-không gian, và mỗi vector cơ sở miền-không gian tương ứng với một hướng chùm sóng của thiết bị đầu truyền. Vector cơ sở miền-không gian mà gần như làm trùng khớp kênh hoặc tổng trọng số của các vector cơ sở miền-không gian mà gần như làm trùng khớp kênh có thể được sử dụng như vector tiền mã hóa, hoặc vector tiền mã hóa được điều chỉnh (ví dụ mà không giới hạn ở việc xây dựng lại), và vector tiền mã hóa

được điều chỉnh được sử dụng cho việc tiền mã hóa. Nói chung, có thể có các dòng không gian được đa hợp không gian. Các vector tiền mã hóa của các dòng không gian này tương ứng với các vector cột của ma trận tiền mã hóa.

Vector tiền mã hóa thường là vector tiền mã hóa được sử dụng để tiền mã hóa một dòng không gian trong một dải tần số. Thiết bị đầu thu thường cần để chỉ báo, tới thiết bị đầu truyền, các vector tiền mã hóa tương ứng với các dải tần số, và vector tiền mã hóa tương ứng với mỗi dải tần số được chỉ báo độc lập, khiến các tổn hao chỉ báo tương đối cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án của sáng chế này đề xuất phương pháp và thiết bị đánh giá kênh, để giúp làm giảm các tổn hao chỉ báo.

Theo khía cạnh thứ nhất, phương án của sáng chế này đề xuất phương pháp đánh giá kênh. Phương pháp có thể bao gồm các bước: tạo ra thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc $M \times N$, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên; và gửi thông tin chỉ báo. Bởi vì M vector tiền mã hóa N chiều có thể tạo nên ma trận không gian-tần số và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, điều kiện có thể được tạo ra để làm giảm các tổn hao chỉ báo của vector tiền mã hóa. Ví dụ, M vector tiền mã hóa N chiều có thể được chỉ báo bằng cách chỉ báo ma trận không gian-tần số. Hơn nữa, ma trận không gian-tần số có thể được chỉ báo bằng cách chỉ báo các ma trận thành phần không gian-tần số. Do đó, so với giải pháp kỹ thuật đã biết trong đó vector tiền mã hóa tương ứng với mỗi dải tần số được chỉ báo độc lập, giải pháp kỹ thuật được đề xuất theo phương án này của sáng chế giúp làm giảm các tổn hao chỉ báo.

M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc $M \times N$, nói cách khác, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $X \times Y$, trong đó X và Y là một trong số M và N .

Theo khía cạnh thứ hai, phương án của sáng chế này đề xuất phương pháp đánh giá kênh. Phương pháp có thể bao gồm các bước: thu thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc $M \times N$, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên; và xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa vào thông tin chỉ báo.

Cần lưu ý rằng theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai và bất kỳ một trong số các thiết kế khả thi sau đây của khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai, ma trận không gian-tần số cụ thể là ma trận không gian-tần số theo nghĩa hẹp được mô tả dưới đây.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai:

Theo thiết kế khả thi, mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các ma trận cơ sở không gian-tần số tương ứng với mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số của các ma trận cơ sở không gian-tần số và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các ma trận cơ sở không gian-tần số với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số được xây dựng dựa vào hai vector, trong đó một trong số hai vector được xây dựng dựa vào vector thành phần miền-không gian N chiều, và vector còn lại được xây dựng dựa vào vector thành phần miền-tần số M chiều. Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $N \times M$, mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số là tích của vector thành phần miền-không gian N chiều và vector chuyển vị liên hợp của vector thành phần miền-tần số M chiều. Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $M \times N$, mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số là tích của vector thành phần miền-tần số M chiều và vector chuyển vị liên hợp của vector thành phần miền-không gian N chiều. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Theo thiết kế khả thi, mỗi vector thành phần miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian.

Theo thiết kế khả thi, mỗi vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian, và mỗi vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian, và mỗi vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần miền-không gian và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số và trọng số của ma trận thành phần không

gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian, và mỗi vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần miền-tần số và các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với mỗi trọng số các ma trận thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian, và mỗi vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các vector cơ sở miền-không gian và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi trọng số các ma trận thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian, các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số, và các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số, và các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, bất kỳ một trong số thông tin chỉ báo nêu trên bao gồm ít nhất một đoạn của thông tin phụ, mỗi trong số ít nhất một đoạn của thông tin phụ được sử dụng để chỉ báo ít nhất một đoạn của thông tin được chỉ báo bởi thông tin chỉ báo bất kỳ, và các chu kỳ gửi của ít nhất hai đoạn của thông tin phụ là khác nhau hoặc các chu kỳ gửi của tất cả các đoạn của thông tin phụ là như nhau.

Theo thiết kế khả thi, khi mỗi vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian, mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-không gian. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, khi mỗi vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số, mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, vector cơ sở miền-tần số trong tập hợp vector cơ sở miền-tần số là vector cột của ma trận DFT, hoặc vector cột của ma trận unita SVD. Ma trận DFT có thể là ma trận DFT một chiều, hoặc ma trận DFT một chiều được lấy mẫu dư.

Theo khía cạnh thứ ba, phương án của sáng chế này đề xuất phương pháp đánh giá kênh. Phương pháp có thể bao gồm các bước: tạo ra thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên vector không gian-tần số $M \times N$ chiều, và vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên; và gửi thông tin chỉ báo.

Theo khía cạnh thứ tư, phương án của sáng chế này đề xuất phương pháp đánh giá kênh. Phương pháp có thể bao gồm các bước: thu thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên vector không gian-tần số $M \times N$ chiều, và vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số,

trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên; và xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa vào thông tin chỉ báo.

Dựa vào khía cạnh thứ ba hoặc khía cạnh thứ tư:

Theo thiết kế khả thi, mỗi vector thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần không gian-tần số, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở không gian-tần số.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần không gian-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các vector thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở không gian-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các vector cơ sở không gian-tần số tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số bao gồm: các trọng số của các vector cơ sở không gian-tần số và trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở không gian-tần số với trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, vector thành phần không gian-tần số được xây dựng nhờ sử dụng tích Kronecker của hai vector. Một trong số hai vector được xây dựng dựa vào vector thành phần miền-không gian N chiều, và vector còn lại được xây dựng dựa vào vector thành phần miền-tần số M chiều. Ví dụ, vector thành phần không gian-tần số là tích Kronecker của vector thành phần miền-không gian N chiều và vector thành phần miền-tần số M chiều. Ví dụ, vector thành phần không gian-tần số là tích Kronecker của vector thành phần miền-tần số M chiều và vector thành phần miền-không gian N chiều. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Theo thiết kế khả thi, mỗi vector thành phần miền-không gian được lựa chọn từ

tập hợp vector thành phần miền-không gian, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian.

Theo thiết kế khả thi, mỗi vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian, và mỗi vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và trọng số của vector thành phần không gian-tần số.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian, và mỗi vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần miền-không gian và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số và trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian, và mỗi vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần miền-tần số và các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian và trọng số của vector thành phần không

gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian với trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, nếu mỗi vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian, và mỗi vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các vector cơ sở miền-không gian và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian, các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số, và trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian với trọng số của vector thành phần không gian-tần số, và các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của vector thành phần không gian-tần số, và các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, bất kỳ một trong số thông tin chỉ báo nêu trên bao gồm ít nhất một đoạn của thông tin phụ, mỗi trong số ít nhất một đoạn của thông tin phụ được sử dụng để chỉ báo ít nhất một đoạn của thông tin được chỉ báo bởi thông tin chỉ báo bất kỳ, và các chu kỳ gửi của ít nhất hai đoạn của thông tin phụ là khác nhau hoặc các chu kỳ gửi của tất cả các đoạn của thông tin phụ là như nhau.

Theo thiết kế khả thi, khi mỗi vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian, mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-không gian. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, khi mỗi vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng

cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số, mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-tần số. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Theo thiết kế khả thi, vector cơ sở miền-tần số trong tập hợp vector cơ sở miền-tần số là vector cột của ma trận DFT, hoặc vector cột của ma trận unita SVD. Ma trận DFT có thể là ma trận DFT một chiều, hoặc ma trận DFT một chiều được lấy mẫu dư.

Theo khía cạnh thứ năm, phương án của sáng chế này đề xuất thiết bị đánh giá giá kênh. Thiết bị đánh giá kênh có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp bất kỳ theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ ba. Thiết bị đánh giá kênh có thể cụ thể là thiết bị đầu thu, ví dụ, thiết bị mạng hoặc đầu cuối.

Theo thiết kế khả thi, thiết bị đánh giá kênh có thể được chia thành các môđun chức năng theo phương pháp được đề xuất theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ ba. Ví dụ, các môđun chức năng có thể được thu nhận nhờ sự phân chia tương ứng với mỗi chức năng, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chức năng có thể được tích hợp trong một môđun xử lý.

Theo thiết kế khả thi khác, thiết bị đánh giá kênh có thể bao gồm bộ nhớ và bộ xử lý. Bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính, và khi chương trình máy tính được thực hiện bởi bộ xử lý, phương pháp bất kỳ được đề xuất theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ ba được thực hiện.

Theo khía cạnh thứ sáu, phương án của sáng chế này đề xuất thiết bị đánh giá giá kênh. Thiết bị đánh giá kênh có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp bất kỳ theo khía cạnh thứ hai hoặc khía cạnh thứ tư. Thiết bị đánh giá kênh có thể cụ thể là thiết bị đầu truyền, ví dụ, đầu cuối hoặc thiết bị mạng.

Theo thiết kế khả thi, thiết bị đánh giá kênh có thể được chia thành các môđun chức năng theo phương pháp được đề xuất theo khía cạnh thứ hai hoặc khía cạnh thứ tư. Ví dụ, các môđun chức năng có thể được thu nhận nhờ sự phân chia tương ứng với mỗi chức năng, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chức năng có thể được tích hợp trong một môđun xử lý.

Theo thiết kế khả thi khác, thiết bị đánh giá kênh có thể bao gồm bộ nhớ và bộ xử lý. Bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính, và khi chương trình

máy tính được thực hiện bởi bộ xử lý, phương pháp bất kỳ được đề xuất theo khía cạnh thứ hai hoặc khía cạnh thứ tư được thực hiện.

Cần lưu ý rằng bộ nhớ và bộ xử lý được mô tả theo các phương án của sáng chế này có thể được tích hợp trong một chip, hoặc có thể được bố trí riêng biệt trong các chip khác nhau. Loại của bộ nhớ và cách thức bố trí của bộ nhớ và bộ xử lý không bị giới hạn ở các phương án của sáng chế này.

Theo khía cạnh thứ bảy, phương án của sáng chế này đề xuất bộ xử lý, trong đó bộ xử lý có thể bao gồm:

ít nhất một mạch, được tạo cấu hình để tạo ra thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, và mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc ma trận không gian-tần số $M \times N$, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, hoặc M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên vector không gian-tần số $M \times N$ chiều, và vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên.

Ít nhất một mạch được tạo cấu hình để gửi thông tin chỉ báo nhờ sử dụng bộ truyền.

Theo khía cạnh thứ tám, phương án của sáng chế này đề xuất bộ xử lý, trong đó bộ xử lý có thể bao gồm:

ít nhất một mạch, được tạo cấu hình để thu thông tin chỉ báo nhờ sử dụng bộ thu, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc ma trận không gian-tần số $M \times N$, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, hoặc M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên vector không gian-tần số $M \times N$ chiều, và vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên.

Ít nhất một mạch được tạo cấu hình để xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa vào thông tin chỉ báo.

Theo khía cạnh thứ chín, phương án của sáng chế này đề xuất thiết bị xử lý, bao gồm: bộ truyền và bộ xử lý. Bộ xử lý được tạo cấu hình để: tạo ra thông tin chỉ báo, và gửi thông tin chỉ báo nhờ sử dụng bộ truyền. M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc ma trận không gian-tần số $M \times N$, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số. M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên vector không gian-tần số $M \times N$ chiều, và vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số. $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên.

Theo khía cạnh thứ mười, phương án của sáng chế này đề xuất thiết bị xử lý, bao gồm bộ thu và bộ xử lý. Bộ xử lý được tạo cấu hình để thu thông tin chỉ báo nhờ sử dụng bộ thu, trong đó M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc ma trận không gian-tần số $M \times N$, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên vector không gian-tần số $M \times N$ chiều, và vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số. $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên. Bộ xử lý có thể còn được tạo cấu hình để xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa vào thông tin chỉ báo.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để thực hiện, ví dụ mà không giới hạn ở, quy trình xử lý liên quan đến dải gốc, và bộ thu và bộ truyền có thể được tạo cấu hình để thực hiện, ví dụ mà không giới hạn ở, việc gửi và thu tần số radio. Các thành phần nêu trên có thể được bố trí riêng biệt trên các chip độc lập với nhau, hoặc ít nhất một vài hoặc tất cả trong số các thành phần có thể được bố trí trên cùng một chip. Ví dụ, bộ thu và bộ truyền có thể được bố trí trên chip bộ thu và chip bộ truyền mà là độc lập với nhau, hoặc có thể được tích hợp trong bộ thu phát và sau đó được bố trí trên chip bộ thu phát. Ví dụ, bộ xử lý có thể được phân loại thêm thành bộ xử lý dải gốc tương tự và bộ xử lý dải gốc số. Bộ xử lý dải gốc tương tự và bộ thu phát có thể được tích hợp trong cùng chip, và bộ xử lý dải gốc số có thể được

bố trí trên chip độc lập. Với sự phát triển liên tục của các kỹ thuật mạch tích hợp, nhiều thành phần có thể được tích hợp trong cùng chip. Ví dụ, bộ xử lý dải gốc số và các loại của các bộ xử lý ứng dụng (ví dụ mà không giới hạn ở, các bộ phận xử lý đồ họa, bộ xử lý đa phương tiện, và tương tự) có thể được tích hợp trong cùng chip. Chip như vậy có thể được đề cập đến là hệ thống trên chip (System on Chip). Tất cả các thành phần có được bố trí riêng biệt trên các chip khác nhau hoặc được tích hợp và được bố trí trên một hoặc nhiều chip hay không thường phụ thuộc vào yêu cầu cụ thể của thiết kế sản phẩm. Cách thực hiện cụ thể của các thành phần không bị giới hạn ở các phương án của sáng chế này.

Phương án của sáng chế này còn đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính, trong đó phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính lưu trữ chương trình máy tính, và khi chương trình máy tính được chạy trên máy tính, máy tính được phép thực hiện bất kỳ một trong số các phương pháp khả thi được đề xuất theo khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ tư.

Phương án của sáng chế này còn đề xuất sản phẩm chương trình máy tính, trong đó khi sản phẩm chương trình máy tính được chạy trên máy tính, bất kỳ một trong số các phương pháp được đề xuất theo khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ tư được thực hiện.

Sáng chế này còn đề xuất chip truyền thông, trong đó chip truyền thông lưu trữ lệnh, và khi lệnh được chạy trên thiết bị mạng hoặc đầu cuối, thiết bị mạng hoặc đầu cuối được phép thực hiện phương pháp theo bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ tư.

Có thể được hiểu rằng thiết bị đánh giá kênh hoặc bộ xử lý hoặc thiết bị xử lý hoặc phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính hoặc sản phẩm chương trình máy tính bất kỳ được đề xuất ở trên đều được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp tương ứng nêu trên. Do đó, đối với các hiệu quả có lợi mà có thể thu được bởi thiết bị xử lý kênh hoặc bộ xử lý hoặc thiết bị xử lý hoặc phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính hoặc sản phẩm chương trình máy tính, tham chiếu tới các hiệu quả có lợi của phương pháp tương ứng, và chi tiết không được mô tả ở đây.

Cần lưu ý rằng, các thiết bị nêu trên mà được đề xuất theo các phương án của sáng chế này và được tạo cấu hình để lưu trữ lệnh máy tính hoặc chương trình máy

tính, ví dụ mà không giới hạn ở, bộ nhớ, phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính, và chip truyền thông nêu trên, đều là không tạm thời (non-transitory).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ sơ đồ kiến trúc của hệ thống truyền thông trong đó các giải pháp kỹ thuật được đề xuất theo các phương án của sáng chế này đều có thể ứng dụng được;

Fig.2 là hình vẽ cấu trúc giản lược của thiết bị truyền thông theo phương án của sáng chế này;

Fig.3 là lưu đồ giản lược 1 của phương pháp đánh giá kênh theo phương án của sáng chế này;

Fig.4 là lưu đồ giản lược 2 của phương pháp đánh giá kênh theo phương án của sáng chế này; và

Fig.5 là hình vẽ cấu trúc giản lược của thiết bị đánh giá kênh theo phương án của sáng chế này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các giải pháp kỹ thuật được đề xuất trong sáng chế này có thể được áp dụng tới các hệ thống truyền thông khác nhau. Các giải pháp kỹ thuật được đề xuất trong sáng chế này có thể được áp dụng tới hệ thống truyền thông 5G, hệ thống phát triển tương lai, các hệ thống truyền thông được hợp nhất, hoặc tương tự, hoặc có thể được áp dụng tới hệ thống truyền thông hiện thời hoặc tương tự. Các giải pháp kỹ thuật được đề xuất trong sáng chế này có thể được áp dụng tới các kịch bản ứng dụng, chẳng hạn như máy đến máy (machine to machine - M2M), truyền thông cỡ lớn-cỡ nhỏ (macro-micro), Internet di động nâng cao (enhanced mobile broadband - eMBB), truyền thông độ trễ thấp siêu ổn định (ultra reliable & low latency communication - URLLC), và các truyền thông loại máy cỡ lớn (massive machine type communication - mMTC). Các kịch bản có thể bao gồm nhưng không giới hạn ở kịch bản của sự truyền thông giữa các đầu cuối, kịch bản của sự truyền thông giữa các thiết bị mạng, kịch bản của sự truyền thông giữa thiết bị mạng và đầu cuối, và tương tự. Phần sau đây mô tả kịch bản được sử dụng trong truyền thông giữa thiết bị mạng và đầu cuối như một ví dụ.

Fig.1 là hình vẽ giản lược của hệ thống truyền thông trong đó các giải pháp kỹ

thuật được đề xuất trong sáng chế này đều có thể ứng dụng được. Hệ thống truyền thông có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị mạng 100 (trong đó chỉ một thiết bị mạng được thể hiện) và một hoặc nhiều đầu cuối 200 được kết nối tới mỗi thiết bị mạng 100. Fig.1 chỉ là hình vẽ giản lược, và không cấu thành giới hạn về kịch bản có thể ứng dụng được của các giải pháp kỹ thuật được đề xuất trong sáng chế này.

Thiết bị mạng 100 có thể là điểm thu truyền (transmission reception point - TRP), trạm gốc, nút chuyển tiếp, điểm truy cập, hoặc tương tự. Thiết bị mạng 100 có thể là thiết bị mạng trong hệ thống truyền thông 5G hoặc thiết bị mạng trong mạng phát triển tương lai, hoặc có thể là thiết bị đeo được, thiết bị lắp trong xe, hoặc tương tự. Ngoài ra, thiết bị mạng 100 theo cách khác có thể là trạm thu phát gốc (base transceiver station - BTS) trong hệ thống truyền thông di động toàn cầu (global system for mobile communication - GSM) hoặc mạng đa truy cập phân chia theo mã (code division multiple access - CDMA), NB (NodeB) trong đa truy cập phân chia theo mã dải rộng (wideband code division multiple access - WCDMA), hoặc eNB hoặc eNodeB (evolutional NodeB) trong phát triển dài hạn (long term evolution - LTE). Thiết bị mạng 100 theo cách khác có thể là bộ điều khiển radio theo kịch bản mạng truy cập radio đám mây (cloud radio access network - CRAN).

Đầu cuối 200 có thể là thiết bị người dùng (user equipment - UE), đầu cuối truy cập, bộ phận UE, trạm UE, trạm di động, trạm từ xa, đầu cuối từ xa, thiết bị di động, đầu cuối UE, thiết bị truyền thông không dây, đại diện UE, thiết bị UE, hoặc tương tự. Đầu cuối truy cập có thể là điện thoại di động (cellular phone), điện thoại không dây (cordless phone), điện thoại giao thức khởi tạo phiên (session initiation protocol - SIP), trạm lặp cục bộ không dây (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 được kết nối tới môđem không dây khác, thiết bị lắp trong xe, thiết bị đeo được, đầu cuối trong mạng 5G, đầu cuối trong mạng di động mặt đất công cộng (public land mobile network - PLMN) phát triển trong tương lai, hoặc tương tự.

Một cách tùy chọn, các thành phần mạng (ví dụ, thiết bị mạng 100 và đầu cuối 200) trên Fig.1 có thể được thực hiện bởi một thiết bị hoặc có thể được thực hiện kết hợp bởi các thiết bị, hoặc có thể được thực hiện bởi môđun chức năng trong một thiết

bị. Điều này không bị giới hạn cụ thể ở phương án này của sáng chế. Có thể được hiểu rằng các chức năng nêu trên có thể là các thành phần mạng trong thiết bị phần cứng, hoặc có thể là các chức năng phần mềm chạy trên phần cứng chuyên dụng, hoặc có thể là các chức năng ảo hóa được cài đặt trên nền tảng (ví dụ, nền tảng đám mây).

Ví dụ, mỗi thành phần mạng trên Fig.1 có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền thông 400 trên Fig.2. Fig.2 là hình vẽ cấu trúc giản lược của phần cứng của thiết bị truyền thông theo phương án của sáng chế này. Thiết bị truyền thông 400 bao gồm ít nhất một bộ xử lý 401, đường truyền thông 402, bộ nhớ 403, và ít nhất một giao diện truyền thông 404.

Bộ xử lý 401 có thể là bộ phận xử lý trung tâm (central processing unit - CPU) đa năng, bộ vi xử lý, mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), hoặc một hoặc nhiều mạch tích hợp được tạo cấu hình để điều khiển việc thực hiện chương trình theo các giải pháp của sáng chế này.

Đường truyền thông 402 có thể bao gồm đường dẫn dùng để truyền thông tin giữa các thành phần nêu trên.

Giao diện truyền thông 404, mà sử dụng loại bất kỳ của máy chẳng hạn như bộ thu phát, được tạo cấu hình để truyền thông với thiết bị khác hoặc mạng truyền thông, chẳng hạn như Ethernet, RAN, và mạng vùng cục bộ không dây (wireless local area network - WLAN).

Bộ nhớ 403 có thể là bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory - ROM) hoặc loại khác của thiết bị lưu trữ tĩnh có khả năng lưu trữ thông tin tĩnh và các lệnh, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory - RAM) hoặc loại khác của thiết bị lưu trữ động có khả năng lưu trữ thông tin và các lệnh, hoặc có thể là bộ nhớ chỉ đọc có thể lập trình xóa được bằng điện (electrically erasable programmable read-only memory - EEPROM), bộ nhớ chỉ đọc dạng đĩa compac (compact disc read-only memory - CD-ROM) hoặc bộ nhớ dạng đĩa compac khác, bộ nhớ dạng đĩa quang (bao gồm đĩa quang được nén, đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng số, đĩa quang Blu-ray, và tương tự), phương tiện lưu trữ dạng đĩa từ hoặc thiết bị lưu trữ dạng từ khác, hoặc phương tiện khác bất kỳ có khả năng mang hoặc lưu trữ mã chương trình dự kiến ở dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có khả năng được truy cập bởi máy tính, mà không bị giới hạn ở đây. Bộ nhớ có thể tồn tại độc lập, và được kết nối tới bộ xử lý nhờ sử dụng

đường truyền thông 402. Theo cách khác, bộ nhớ có thể được tích hợp với bộ xử lý. Bộ nhớ được đề xuất theo phương án này của sáng chế có thể thường là bất khả biến. Bộ nhớ 403 được tạo cấu hình để lưu trữ lệnh thực hiện được bởi máy tính để thực hiện các giải pháp trong sáng chế này, và bộ xử lý 401 điều khiển việc thực hiện. Bộ xử lý 401 được tạo cấu hình để thực hiện lệnh thực hiện được bởi máy tính được lưu trữ trong bộ nhớ 403, để thực hiện các phương pháp được đề xuất theo các phương án dưới đây của sáng chế này.

Một cách tùy chọn, lệnh thực hiện được bởi máy tính theo phương án này của sáng chế có thể cũng được đề cập đến là mã chương trình ứng dụng. Điều này không bị giới hạn cụ thể ở phương án này của sáng chế.

Theo cách thực hiện cụ thể, theo phương án, bộ xử lý 401 có thể bao gồm một hoặc nhiều CPU, ví dụ, CPU 0 và CPU 1 trên Fig.2.

Theo cách thực hiện cụ thể, theo phương án, thiết bị truyền thông 400 có thể bao gồm các bộ xử lý, ví dụ, bộ xử lý 401 và bộ xử lý 408 trên Fig.2. Mỗi trong số các bộ xử lý có thể là bộ xử lý đơn lõi (single-CPU), hoặc có thể là bộ xử lý đa lõi (multi-CPU). Bộ xử lý ở đây có thể tham chiếu tới một hoặc nhiều thiết bị, các mạch, và/hoặc các lõi xử lý được tạo cấu hình để xử lý dữ liệu (ví dụ, lệnh chương trình máy tính).

Theo cách thực hiện cụ thể, theo phương án, thiết bị truyền thông 400 có thể còn bao gồm thiết bị đầu ra 405 và thiết bị đầu vào 406. Thiết bị đầu ra 405 truyền thông với bộ xử lý 401, và có thể hiển thị thông tin theo nhiều thức. Ví dụ, thiết bị đầu ra 405 có thể là màn hình tinh thể lỏng (liquid crystal display - LCD), thiết bị hiển thị loại điốt phát quang (light emitting diode - LED), thiết bị hiển thị loại ống tia catôt (cathode ray tube - CRT), máy chiếu (projector), hoặc tương tự. Thiết bị đầu vào 406 truyền thông với bộ xử lý 401, và có thể thu đầu vào người dùng theo nhiều thức. Ví dụ, thiết bị đầu vào 406 có thể là chuột, bàn phím, th màn hình cảm ứng chạm, thiết bị cảm ứng, hoặc tương tự.

Thiết bị truyền thông 400 có thể là thiết bị đa năng hoặc thiết bị chuyên dụng. Theo cách thực hiện cụ thể, thiết bị truyền thông 400 có thể là máy tính để bàn, máy tính xách tay, máy chủ mạng, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (personal digital assistant - PDA), điện thoại di động (mobile phone), máy tính bảng, thiết bị đầu cuối không dây,

thiết bị nhúng, hoặc thiết bị có cấu trúc tương tự với cấu trúc trên Fig.2. Loại của thiết bị truyền thông 400 không bị giới hạn ở phương án này của sáng chế.

Phần dưới đây mô tả các giải pháp kỹ thuật được đề xuất trong sáng chế này có tham chiếu tới Fig.1 và Fig.2.

Cần lưu ý rằng, nhằm mô tả dễ dàng, ngoại trừ được mô tả theo cách khác, sự giải thích về bất kỳ thuật ngữ, phần mô tả về phương án liên quan, và tương tự dưới đây được đưa ra nhờ sử dụng hướng phân cực đơn như một ví dụ. Ngoại trừ được mô tả theo cách khác, sự giải thích về bất kỳ thuật ngữ, phần mô tả về phương án liên quan, và tương tự dưới đây được đưa ra dựa vào ví dụ trong đó số lượng các lớp là 1 (nghĩa là, một dòng không gian). Sự mô tả thống nhất được đưa ra ở đây và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Phần dưới đây giải thích và mô tả các thuật ngữ và các kỹ thuật liên quan trong sáng chế này.

(1). Thiết bị đầu thu và thiết bị đầu truyền

Thiết bị đầu thu có thể là đầu cuối 200 trên Fig.1, và thiết bị đầu truyền có thể là thiết bị mạng 100 trên Fig.1. Theo cách khác, thiết bị đầu thu có thể là thiết bị mạng 100 trên Fig.1, và thiết bị đầu truyền có thể là đầu cuối 200 trên Fig.1. Các ví dụ cụ thể dưới đây đều được mô tả nhờ sử dụng ví dụ trong đó thiết bị đầu truyền là thiết bị mạng và thiết bị đầu thu là đầu cuối.

(2). Dải tần số

Độ rộng dải hệ thống (hoặc độ rộng dải sóng mang) có thể được chia thành các dải tần số. Số lượng của các dải tần số được thu nhận bằng cách chia độ rộng dải hệ thống không bị giới hạn ở sáng chế này, nói cách khác, độ chi tiết miền-tần số được sử dụng trong khi chia thành các dải tần số là không giới hạn. Ví dụ, độ chi tiết miền-tần số có thể là một hoặc nhiều khối tài nguyên (resource block - RB), hoặc có thể là một hoặc nhiều sóng mang con. Ngoài ra, đối với việc thực hiện chia độ rộng dải hệ thống thành các dải tần số, tham khảo kỹ thuật đã biết. Ví dụ, tham chiếu tới dải con theo chuẩn LTE để hiểu về dải tần số.

Trong phần dưới đây, số lượng của các dải tần số được thu nhận bằng cách chia độ rộng dải hệ thống được biểu thị là N_{re} , và số lượng của các dải tần số tương ứng

với thông tin kênh mà cần được chỉ báo và được chỉ báo bởi thiết bị đầu truyền tới thiết bị đầu thu được biểu thị là N_{sb} . $1 \leq N_{sb} \leq N_{re}$, và cả N_{re} và N_{sb} là các số nguyên.

(3). Tập hợp vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-không gian

Tập hợp vector cơ sở miền-không gian là tập hợp của các loạt của các vector cơ sở miền-không gian. Tập hợp vector cơ sở miền-không gian có thể thường được biểu diễn ở dạng ma trận. Vector cơ sở miền-không gian có thể là vector cột của ma trận. Mỗi vector cơ sở miền-không gian có thể tương ứng với một chùm sóng (beam) truyền của thiết bị đầu truyền. Có thể được hiểu rằng, sự kết hợp được lấy trọng số có thể được thực hiện trên một vài vector cơ sở miền-không gian trong tập hợp vector cơ sở miền-không gian để thu nhận vector được kết hợp miền-không gian, và vector được kết hợp miền-không gian có thể tương ứng với chùm sóng truyền mới. Phương pháp thu nhận chùm sóng truyền mới nhờ sự kết hợp được lấy trọng số có thể cũng được đề cập đến là kỹ thuật kết hợp chùm tia. Kỹ thuật đã được thừa nhận theo chuẩn radio mới (new radio - NR) là kỹ thuật cơ sở của kỹ thuật tiền mã hóa độ phân giải cao (chẳng hạn, tiền mã hóa loại II).

Ví dụ, tập hợp vector cơ sở miền-không gian có thể là, nhưng không giới hạn ở, ma trận biến đổi Fourier rời rạc (discrete fourier transform - DFT) hai chiều hoặc ma trận DFT hai chiều được lấy mẫu dư. Cụ thể là, vector cơ sở miền-không gian có thể là vector cột của ma trận DFT hai chiều hoặc vector cột của ma trận DFT hai chiều được lấy mẫu dư. Nói cách khác, vector cơ sở miền-không gian có thể là vector DFT hai chiều. Vector DFT hai chiều có thể thường được sử dụng để mô tả chùm sóng được tạo nên bằng cách chồng chập chùm tia theo chiều ngang và chùm tia theo chiều dọc. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây. Cách thức thiết kế của tập hợp vector cơ sở miền-không gian đã được mô tả chi tiết trong kỹ thuật đã biết, và chi tiết không được mô tả ở đây.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, tập hợp vector cơ sở miền-không gian có thể được định rõ trước bởi cả thiết bị đầu thu và thiết bị đầu truyền, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Cần lưu ý rằng, các phần mô tả của bản mô tả này, ngoại trừ được quy định theo cách khác, hoặc ngoại trừ theo cách khác xung đột với các chức năng thực tế hoặc logic nội hàm của các vector trong các phần mô tả liên quan, các vector được mô tả

trong bản mô tả này có thể được hiểu là các vector của cùng dạng, ví dụ, vector hàng hoặc vector cột.

Số lượng các chiều của vector cơ sở miền-không gian là giống như số lượng các chiều của vector tiền mã hóa, và đều là N . Nói cách khác, cả vector cơ sở miền-không gian và vector tiền mã hóa đều bao gồm N thành phần. N có thể là số lượng các cổng anten truyền của thiết bị đầu truyền theo một hướng phân cực, trong đó $N \geq 2$, và N là số nguyên.

(4). Tập hợp vector cơ sở miền-tần số và vector cơ sở miền-tần số

Tập hợp vector cơ sở miền-tần số là tập hợp của các loạt của các vector cơ sở miền-tần số. Tập hợp vector cơ sở miền-tần số có thể thường được biểu diễn ở dạng ma trận. Vector cơ sở miền-tần số có thể là vector cột của ma trận. Mỗi vector cơ sở miền-tần số có thể tương ứng với một mẫu hình biến đổi dải tần số của kênh. Đơn giản, mỗi dải tần số có thể được biểu diễn bởi thành phần tương ứng với dải tần số trong vector cơ sở miền-tần số. Theo cách này, các thành phần tương ứng với tất cả các dải tần số trong vector cơ sở miền-tần số có thể phản ánh một mẫu hình biến đổi dải tần số. Có thể được hiểu rằng, sự kết hợp được lấy trọng số có thể được thực hiện trên một vài vector cơ sở miền-tần số trong tập hợp vector cơ sở miền-tần số để thu nhận vector được kết hợp miền-tần số, và vector được kết hợp miền-tần số có thể tương ứng với mẫu hình biến đổi dải tần số mới. Đối với nguyên lý thực hiện của vector được kết hợp miền-tần số, tham chiếu tới, ví dụ mà không giới hạn ở, nguyên lý thực hiện việc thu nhận vector được kết hợp miền-không gian nhờ sử dụng kỹ thuật kết hợp chùm tia.

Mẫu hình biến đổi dải tần số có thể được sử dụng để chỉ báo quy luật biến đổi của kênh theo mỗi dải tần số trong toàn bộ dải tần số bao gồm, ví dụ, tất cả các dải tần số. Mẫu hình biến đổi dải tần số chỉ báo quy luật biến đổi của kênh trong tất cả các dải tần số. Ví dụ, nếu các thành phần của vector cơ sở miền-tần số hoặc vector được kết hợp miền-tần số là bằng nhau, vector cơ sở miền-tần số có thể chỉ báo mẫu hình biến đổi dải tần số sao cho kênh giữ nguyên không thay đổi trong tất cả các dải tần số. Ví dụ, nếu các thành phần liên kế của vector cơ sở miền-tần số là khác nhiều với nhau, vector cơ sở miền-tần số có thể chỉ báo mẫu hình biến đổi dải tần số sao cho kênh thay đổi lớn trong tất cả các dải tần số.

Ví dụ, tập hợp vector cơ sở miền-tần số có thể là, nhưng không giới hạn ở, ma

trận DFT một chiều, ma trận DFT một chiều được lấy mẫu dư, hoặc ma trận unita phân tích trị số suy biến (singular value decomposition - SVD). Cụ thể là, vector cơ sở miền-tần số có thể là vector cột của ma trận DFT một chiều, vector cột của ma trận DFT một chiều được lấy mẫu dư, hoặc vector cột của ma trận unita SVD. Đối với nguyên lý thu nhận mỗi vector cơ sở miền-tần số trong tập hợp vector cơ sở miền-tần số, tham chiếu tới nguyên lý thu nhận mỗi vector cơ sở miền-không gian trong tập hợp vector cơ sở miền-không gian trong kỹ thuật đã biết.

Cần lưu ý rằng, ví dụ, tập hợp vector cơ sở miền-tần số là ma trận DFT một chiều. Số lượng của các điểm DFT có thể được định rõ trước hoặc có thể được tạo cấu hình bởi thiết bị đầu truyền cho thiết bị đầu thu, và số lượng của các điểm có thể là số lượng của các dải tần số. Nếu số lượng của các điểm DFT được tạo cấu hình bởi thiết bị đầu truyền cho thiết bị đầu thu, thiết bị đầu truyền có thể thực hiện việc tạo cấu hình theo cách thức chỉ báo rõ ràng, hoặc có thể thực hiện việc tạo cấu hình theo cách thức chỉ báo ẩn. Ví dụ, nếu việc tạo cấu hình được thực hiện theo cách thức chỉ báo rõ ràng, thiết bị đầu truyền có thể thực hiện việc tạo cấu hình nhờ sử dụng ít nhất một trong số phát tín hiệu điều khiển tài nguyên radio (radio resource control - RRC), phát tín hiệu điều khiển truy cập phương tiện (medium access control - MAC), và thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI). Ví dụ, nếu việc tạo cấu hình được thực hiện theo cách thức chỉ báo ẩn, cụ thể là, số lượng của các điểm DFT có thể được chỉ báo dưới dạng ẩn bằng cách tạo cấu hình Nre hoặc Nsb.

Theo một ví dụ, vector cơ sở miền-tần số có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau: $\mathbf{f}_{2,j} = \begin{bmatrix} \omega_A^{0*j} \\ \omega_A^{1*j} \\ \vdots \\ \omega_A^{(N-1)*j} \end{bmatrix}$. $\mathbf{f}_{2,j}$ là vector cột thứ j (chẳng hạn, vector cơ sở miền-tần số thứ j) trong tập hợp vector cơ sở miền-tần số. $\omega_A = e^{-2\pi i/A}$, i là đơn vị giả tưởng, $0 \leq j \leq A-1$, và cả j và A đều là các số nguyên. Có thể là Nre hoặc Nsb. Hiển nhiên, hình thức biểu diễn của vector cơ sở miền-tần số có thể không giới hạn ở đây.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, tập hợp vector cơ sở miền-tần số có thể được định rõ trước bởi cả thiết bị đầu thu và thiết bị đầu truyền, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Số lượng các chiều của vector cơ sở miền-tần số là M, nói cách khác, vector bao gồm M thành phần. M có thể là, ví dụ, số lượng của các dải tần số trong đó vector tiền mã hóa cần được phản hồi, $M \geq 1$, và M là số nguyên.

(5). Tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số và ma trận cơ sở không gian-tần số

Tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số là tập hợp của các loại của các ma trận cơ sở không gian-tần số. Tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số có thể được biểu diễn ở dạng tenxơ (tensor). Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây. Mỗi thành phần của tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số có thể là ma trận cơ sở không gian-tần số. Mỗi ma trận cơ sở không gian-tần số có thể tương ứng với một chùm sóng truyền và một mẫu hình biến đổi dải tần số của thiết bị đầu truyền. Sự kết hợp được lấy trọng số có thể được thực hiện trên một vài ma trận cơ sở không gian-tần số trong tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số, để thu nhận ma trận được kết hợp không gian-tần số. Đối với nguyên lý thực hiện của ma trận được kết hợp không gian-tần số, tham chiếu tới, ví dụ mà không giới hạn ở, nguyên lý thực hiện của việc thu nhận vector được kết hợp miền-không gian nhờ sử dụng kỹ thuật kết hợp chùm tia.

Ma trận cơ sở không gian-tần số có thể được xây dựng dựa vào hai vector, và một trong số hai vector có thể được xây dựng dựa vào vector cơ sở miền-không gian và vector còn lại có thể được xây dựng dựa vào vector cơ sở miền-tần số. Cụ thể là, một trong số hai vector có thể là một trong số vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số hoặc sự biến đổi của nó, và vector còn lại trong số hai vector có thể là vector còn lại trong số vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số hoặc sự biến đổi của nó. Sự biến đổi nêu trên có thể là, ví dụ mà không giới hạn ở, chuyển vị, liên hợp, chuyển vị liên hợp, và tương tự. Ví dụ, ma trận cơ sở không gian-tần số có thể là tích của vector cơ sở miền-không gian và vector chuyển vị liên hợp của vector cơ sở miền-tần số; có thể là tích của vector cơ sở miền-không gian và vector được chuyển vị của vector cơ sở miền-tần số; có thể là tích của vector cơ sở miền-tần số và vector chuyển vị liên hợp của vector cơ sở miền-không gian; hoặc có thể là tích của vector cơ sở miền-tần số và vector được chuyển vị của vector cơ sở miền-không gian. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây. Trong quy trình thực hiện cụ thể, hai vector dùng để xây dựng ma trận cơ sở không gian-tần số có thể được thiết đặt là vector hàng và vector cột. Trong trường hợp này, ma trận cơ sở không gian-tần số có thể là tích của vector cột và vector hàng.

Nhằm mô tả dễ dàng, ví dụ trong đó ma trận cơ sở không gian-tần số có thể là tích của vector cơ sở miền-không gian và vector chuyển vị liên hợp của vector cơ sở

miền-tần số, hoặc tích của vector cơ sở miền-tần số và vector chuyển vị liên hợp của vector cơ sở miền-không gian được sử dụng cho phần mô tả dưới đây. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng cách thức xây dựng ma trận cơ sở không gian-tần số không bị giới hạn ở đây, và ma trận cơ sở không gian-tần số theo cách khác có thể được xây dựng theo cách thức khác. Ma trận cơ sở không gian-tần số có thể được xây dựng nhờ sử dụng vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số theo, ví dụ mà không giới hạn ở, cách thức khác nhau được nêu trên hoặc cách thức khác.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số có thể được định rõ trước bởi cả thiết bị đầu thu và thiết bị đầu truyền, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Số lượng các chiều của ma trận cơ sở không gian-tần số là $N \times M$ hoặc $M \times N$, nói cách khác, ma trận bao gồm N hàng và M cột, hoặc bao gồm M hàng và N cột.

(6). Tập hợp vector cơ sở không gian-tần số và vector cơ sở không gian-tần số

Tập hợp vector cơ sở không gian-tần số là tập hợp của các loạt của các vector cơ sở không gian-tần số. Tập hợp vector cơ sở không gian-tần số có thể thường được biểu diễn ở dạng ma trận. Vector cơ sở không gian-tần số có thể là vector cột của ma trận. Mỗi vector cơ sở không gian-tần số có thể tương ứng với một chùm sóng truyền và một mẫu hình biến đổi dải tần số của thiết bị đầu truyền. Sự kết hợp được lấy trọng số có thể được thực hiện trên một vài vector cơ sở không gian-tần số trong tập hợp vector cơ sở không gian-tần số, để thu nhận vector được kết hợp không gian-tần số. Đối với nguyên lý thực hiện của vector được kết hợp không gian-tần số, tham chiếu tới, ví dụ mà không giới hạn ở, nguyên lý thực hiện của việc thu nhận vector được kết hợp miền-không gian nhờ sử dụng kỹ thuật kết hợp chùm tia.

Vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của hai vector. Một trong số hai vector được xây dựng dựa vào vector cơ sở miền-không gian, và vector còn lại được xây dựng dựa vào vector cơ sở miền-tần số. Cụ thể là, một trong số hai vector có thể là vector cơ sở miền-không gian hoặc sự biến đổi của nó, và vector còn lại trong số hai vector có thể là vector cơ sở miền-tần số hoặc sự biến đổi của nó. Sự biến đổi nêu trên có thể là, ví dụ mà không giới hạn ở, chuyển vị, liên hợp, chuyển vị liên hợp, và tương tự. Ví dụ, vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vector cơ

sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số, và có thể được biểu diễn một cách cụ thể dưới dạng công thức sau: $\mathbf{v} = \mathbf{u}_1 \otimes \mathbf{u}_2$. Theo cách khác, vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vector cơ sở miền-không gian và vector liên hợp của vector cơ sở miền-tần số, và có thể được biểu diễn một cách cụ thể dưới dạng công thức sau: $\mathbf{v} = \mathbf{u}_1 \otimes \bar{\mathbf{u}}_2$. Theo cách khác, vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vector liên hợp của vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số, và có thể được biểu diễn một cách cụ thể dưới dạng công thức sau: $\mathbf{v} = \bar{\mathbf{u}}_1 \otimes \mathbf{u}_2$. Theo cách khác, vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vector cơ sở miền-tần số và vector cơ sở miền-không gian, và có thể được biểu diễn một cách cụ thể dưới dạng công thức sau: $\mathbf{v} = \mathbf{u}_2 \otimes \mathbf{u}_1$. Theo cách khác, vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vector liên hợp của vector cơ sở miền-tần số và vector cơ sở miền-không gian, và có thể được biểu diễn một cách cụ thể dưới dạng công thức sau: $\mathbf{v} = \bar{\mathbf{u}}_2 \otimes \mathbf{u}_1$. Theo cách khác, vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vector cơ sở miền-tần số và vector liên hợp của vector cơ sở miền-không gian, và có thể được biểu diễn một cách cụ thể dưới dạng công thức sau: $\mathbf{v} = \mathbf{u}_2 \otimes \bar{\mathbf{u}}_1$. $\mathbf{v}$ là vector cơ sở không gian-tần số. $\mathbf{u}_1$ là vector cơ sở miền-không gian, và $\mathbf{u}_2$ là vector cơ sở miền-tần số. $\bar{\mathbf{u}}_1$ là vector liên hợp của $\mathbf{u}_1$, và $\bar{\mathbf{u}}_2$ là vector liên hợp của $\mathbf{u}_2$. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, hai vector dùng để xây dựng vector cơ sở không gian-tần số có thể đều được thiết đặt là các vector hàng hoặc có thể đều được thiết đặt là các vector cột. Trong trường hợp này, vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của hai vector cột hoặc tích Kronecker của hai vector hàng.

Nhằm mô tả dễ dàng, ví dụ trong đó vector cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số, hoặc tích Kronecker của vector cơ sở miền-tần số và vector cơ sở miền-không gian được sử dụng cho phần mô tả dưới đây. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng cách thức xây dựng vector cơ sở không gian-tần số không bị giới hạn ở đây, và vector cơ sở không gian-tần số theo cách khác có thể được xây dựng theo cách thức khác. Vector cơ sở không gian-tần số có thể được xây dựng nhờ sử dụng vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số theo, ví dụ mà không giới hạn ở, cách thức khác nhau được nêu trên hoặc cách thức khác.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, tập hợp vector cơ sở không gian-tần số có thể được định rõ trước bởi cả thiết bị đầu thu và thiết bị đầu truyền, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Số lượng các chiều của vector cơ sở không gian-tần số là $M \times N$, nói cách khác, vector bao gồm $M \times N$ thành phần.

(7). Vector thành phần miền-không gian và tập hợp vector thành phần miền-không gian

Theo một vài phương án của sáng chế này, vector thành phần miền-không gian có thể được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian. Tập hợp vector thành phần miền-không gian là tập hợp của các loạt của các vector thành phần miền-không gian. Tập hợp vector thành phần miền-không gian có thể thường được biểu diễn ở dạng ma trận. Vector thành phần miền-không gian có thể là vector cột của ma trận. Mỗi vector thành phần miền-không gian có thể tương ứng với một chùm sóng truyền của thiết bị đầu truyền. Phương pháp thu nhận vector thành phần miền-không gian qua sự lựa chọn có thể cũng được đề cập đến là kỹ thuật lựa chọn chùm sóng. Kỹ thuật đã được thừa nhận theo chuẩn NR là kỹ thuật cơ sở của kỹ thuật tiền mã hóa độ phân giải thấp (chẳng hạn, tiền mã hóa loại I).

Trong quy trình thực hiện cụ thể, tập hợp vector thành phần miền-không gian có thể được định rõ trước bởi cả thiết bị đầu thu và thiết bị đầu truyền, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Theo một vài phương án khác của sáng chế này, vector thành phần miền-không gian có thể được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian, nói cách khác, vector thành phần miền-không gian được xây dựng dựa vào các vector cơ sở miền-không gian nhờ sử dụng kỹ thuật kết hợp chùm tia. Trong trường hợp này, vector thành phần miền-không gian là vector được kết hợp miền-không gian.

Số lượng các chiều của vector thành phần miền-không gian là N , nói cách khác, vector bao gồm N thành phần.

(8) Vector thành phần miền-tần số và tập hợp vector thành phần miền-tần số

Theo một vài phương án của sáng chế này, vector thành phần miền-tần số có thể

được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số. Tập hợp vector thành phần miền-tần số là tập hợp của các loạt của các vector thành phần miền-tần số. Tập hợp vector thành phần miền-tần số có thể thường được biểu diễn ở dạng ma trận. Vector thành phần miền-tần số có thể là vector cột của ma trận. Mỗi vector thành phần miền-tần số có thể tương ứng với một mẫu hình biến đổi dải tần số của thiết bị đầu truyền. Đối với nguyên lý thực hiện của phương pháp thu nhận vector thành phần miền-tần số theo cách thức lựa chọn, tham chiếu tới, ví dụ mà không giới hạn ở, nguyên lý thực hiện của việc thu nhận vector thành phần miền-không gian nhờ sử dụng kỹ thuật lựa chọn chùm sóng.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, tập hợp vector thành phần miền-tần số có thể được định rõ trước bởi cả thiết bị đầu thu và thiết bị đầu truyền, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Theo một vài phương án khác của sáng chế này, vector thành phần miền-tần số có thể được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số. Trong trường hợp này, vector thành phần miền-tần số là vector được kết hợp miền-tần số.

Số lượng các chiều của vector thành phần miền-tần số là M , nói cách khác, vector bao gồm M thành phần.

(9). Ma trận thành phần không gian-tần số, và tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số

Theo một vài phương án của sáng chế này, ma trận thành phần không gian-tần số có thể được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số. Tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số là tập hợp của các loạt của các ma trận thành phần không gian-tần số. Tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số có thể được biểu diễn ở dạng tenxơ. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây. Mỗi thành phần của tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số có thể là ma trận thành phần không gian-tần số. Mỗi ma trận thành phần không gian-tần số có thể tương ứng với một chùm sóng truyền và một mẫu hình biến đổi dải tần số của thiết bị đầu truyền. Đối với nguyên lý thực hiện của phương pháp thu nhận ma trận thành phần không gian-tần số theo cách thức lựa chọn, tham chiếu tới, ví dụ mà không giới hạn ở, nguyên lý thực hiện của việc thu nhận vector thành phần miền-không gian nhờ sử dụng kỹ thuật lựa

chọn chùm sóng.

Theo một vài phương án khác của sáng chế này, ma trận thành phần không gian-tần số có thể được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số. Trong trường hợp này, ma trận thành phần không gian-tần số là ma trận được kết hợp không gian-tần số.

Theo một vài phương án khác của sáng chế này, ma trận thành phần không gian-tần số có thể được xây dựng dựa vào hai vectơ, và hai vectơ có thể được xây dựng lần lượt dựa vào vectơ thành phần miền-không gian và vectơ thành phần miền-tần số. Cụ thể là, một trong số hai vectơ có thể là một trong số vectơ thành phần miền-không gian và vectơ thành phần miền-tần số hoặc sự biến đổi của nó, và vectơ còn lại trong số hai vectơ có thể là vectơ còn lại trong số vectơ thành phần miền-không gian và vectơ thành phần miền-tần số hoặc sự biến đổi của nó. Sự biến đổi nêu trên có thể là, ví dụ mà không giới hạn ở, chuyển vị, liên hợp, chuyển vị liên hợp, và tương tự. Ví dụ, ma trận thành phần không gian-tần số có thể là tích của vectơ thành phần miền-không gian và vectơ chuyển vị liên hợp của vectơ thành phần miền-tần số, tích của vectơ thành phần miền-không gian và vectơ được chuyển vị của vectơ thành phần miền-tần số, tích của vectơ thành phần miền-tần số và vectơ chuyển vị liên hợp của vectơ thành phần miền-không gian, hoặc tích của vectơ thành phần miền-tần số và vectơ được chuyển vị của vectơ thành phần miền-không gian. Trong quy trình thực hiện cụ thể, hai vectơ dùng để xây dựng ma trận thành phần không gian-tần số có thể được thiết đặt là vectơ hàng và vectơ cột. Trong trường hợp này, ma trận thành phần không gian-tần số có thể là tích của vectơ cột và vectơ hàng.

Trong phần mô tả sau đây, ví dụ trong đó ma trận thành phần không gian-tần số có thể là tích của vectơ thành phần miền-không gian và vectơ chuyển vị liên hợp của vectơ thành phần miền-tần số, hoặc tích của vectơ thành phần miền-tần số và vectơ chuyển vị liên hợp của vectơ thành phần miền-không gian được sử dụng cho việc mô tả. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng cách thức xây dựng ma trận thành phần không gian-tần số không bị giới hạn ở đây, và ma trận thành phần không gian-tần số theo cách khác có thể được xây dựng theo cách thức khác. Ma trận thành phần không gian-tần số có thể được xây dựng nhờ

sử dụng vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số theo, ví dụ mà không giới hạn ở, cách thức khác nhau được nêu trên hoặc cách thức khác.

Số lượng các chiều của ma trận thành phần không gian-tần số là $N \times M$ hoặc $M \times N$, nói cách khác, ma trận bao gồm N hàng và M cột, hoặc bao gồm M hàng và N cột.

(10). Vector thành phần không gian-tần số và tập hợp vector thành phần không gian-tần số

Theo một vài phương án của sáng chế này, vector thành phần không gian-tần số có thể được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần không gian-tần số. Tập hợp vector thành phần không gian-tần số là tập hợp của các loạt của các vector thành phần không gian-tần số. Tập hợp vector thành phần không gian-tần số có thể thường được biểu diễn ở dạng ma trận. Vector thành phần không gian-tần số có thể là vector cột của ma trận. Mỗi vector thành phần không gian-tần số có thể tương ứng với một chùm sóng truyền và một mẫu hình biến đổi dải tần số của thiết bị đầu truyền. Đối với nguyên lý thực hiện của phương pháp thu nhận vector thành phần không gian-tần số theo cách thức lựa chọn, tham chiếu tới, ví dụ mà không giới hạn ở, nguyên lý thực hiện của việc thu nhận vector thành phần miền-không gian nhờ sử dụng kỹ thuật lựa chọn chùm sóng.

Theo một vài phương án khác của sáng chế này, vector thành phần không gian-tần số có thể được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở không gian-tần số. Trong trường hợp này, vector thành phần không gian-tần số là vector được kết hợp không gian-tần số.

Theo một vài phương án khác của sáng chế này, vector thành phần không gian-tần số có thể là tích Kronecker của hai vector. Một trong số hai vector được xây dựng dựa vào vector thành phần miền-không gian, và vector còn lại trong số hai vector được xây dựng dựa vào vector thành phần miền-tần số. Cụ thể là, một trong số hai vector có thể là vector thành phần miền-không gian hoặc sự biến đổi của nó, và vector còn lại trong số hai vector có thể là vector thành phần miền-tần số hoặc sự biến đổi của nó. Sự biến đổi nêu trên có thể là, ví dụ mà không giới hạn ở, chuyển vị, liên hợp, chuyển vị liên hợp, và tương tự. Với ví dụ cụ thể, tham chiếu tới ví dụ của việc xây dựng vector cơ sở không gian-tần số được nêu trên.

Số lượng các chiều của vector thành phần không gian-tần số là $M \times N$, nói cách khác, vector bao gồm $M \times N$ thành phần.

(11). Ma trận không gian-tần số theo nghĩa rộng

Ma trận không gian-tần số theo nghĩa rộng là ma trận được tạo nên bởi M vector tiền mã hóa. Mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, trong đó M dải tần số có thể là các dải tần số trong đó thông tin kênh (ví dụ mà không giới hạn ở vector tiền mã hóa) cần được phản hồi. $M \geq 1$, và M là số nguyên. Vector tiền mã hóa thường được sử dụng để biểu diễn thông tin kênh tương ứng với dòng không gian trong dải tần số. Số lượng các chiều của vector tiền mã hóa là N , và N có thể là số lượng các cổng anten truyền của thiết bị đầu truyền theo hướng phân cực. $N \geq 2$, và N là số nguyên. Ma trận không gian-tần số theo nghĩa rộng bao gồm ma trận không gian-tần số theo nghĩa hẹp và vector không gian-tần số.

Ma trận không gian-tần số theo nghĩa hẹp là ma trận $N \times M$ (chẳng hạn, ma trận gồm N hàng và M cột) hoặc ma trận $M \times N$ (chẳng hạn, ma trận gồm M hàng và N cột) được tạo nên bởi M vector tiền mã hóa. Đối với các phần mô tả liên quan, tham chiếu tới (12) được mô tả dưới đây.

Vector không gian-tần số là vector $M \times N$ chiều (mà bao gồm $M \times N$ thành phần), nghĩa là, có thể là ma trận không gian-tần số theo nghĩa rộng mà số lượng cột của nó là 1. Đối với các phần mô tả liên quan, tham chiếu tới (13) được mô tả dưới đây.

(12). Ma trận không gian-tần số theo nghĩa hẹp

Ma trận không gian-tần số theo nghĩa hẹp có thể được biểu diễn ở dạng sự kết hợp được lấy trọng số của các ma trận thành phần không gian-tần số. Cần lưu ý rằng, nhằm mô tả dễ dàng, ngoại trừ được mô tả theo cách khác, hoặc ngoại trừ theo cách khác xung đột rõ ràng với nghĩa cần được diễn đạt, ma trận không gian-tần số trong phần mô tả sau đây là ma trận không gian-tần số theo nghĩa hẹp. Sự mô tả thống nhất được đưa ra ở đây và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Đối với thiết bị đầu thu, ma trận không gian-tần số có thể được thu nhận dựa vào ma trận kênh. Ma trận kênh có thể là ma trận mà được thu nhận bởi thiết bị đầu thu dựa vào tín hiệu tham chiếu được gửi bởi thiết bị đầu truyền và được sử dụng để phản ánh thông tin kênh. Cách thực hiện của việc thu nhận ma trận không gian-tần số bởi

thiết bị đầu thu dựa vào ma trận kênh không bị giới hạn ở sáng chế này. Một vài cách thực hiện được liệt kê dưới đây:

Theo cách thực hiện, thiết bị đầu thu có thể thu nhận ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ dựa vào ma trận kênh, và sau đó được biểu diễn một cách gần giống ma trận không gian-tần số lý tưởng ở dạng tổng trọng số của các ma trận thành phần không gian-tần số. Tổng trọng số của các ma trận thành phần không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$, và do đó, có thể được nhận thấy rằng ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ là gần giống ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$. Ví dụ, $\mathbf{H}'$ có thể được biểu diễn theo dạng sau: $\mathbf{H}' \approx \mathbf{H} = \sum_{w=1}^W \hat{h}_w \mathbf{h}_w$. W là số lượng của các ma trận thành phần không gian-tần số. $\mathbf{h}_w$ là ma trận thành phần không gian-tần số thứ w . $1 \leq w \leq W$, $W \geq 2$, và cả W và w là các số nguyên. $\hat{h}_w$ là trọng số của $\mathbf{h}_w$. Ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ có thể được tạo nên bởi M vector tiền mã hóa lý tưởng. Ví dụ, mỗi vector tiền mã hóa lý tưởng có thể được sử dụng như vector cột của ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$, hoặc vector chuyển vị liên hợp của mỗi vector tiền mã hóa lý tưởng được sử dụng như vector hàng của ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$. Mỗi vector tiền mã hóa lý tưởng tương ứng với một trong số M dải tần số, trong đó $1 \leq M \leq N_{sb}$, và M là số nguyên. Vector tiền mã hóa lý tưởng có thể được thu nhận bằng cách thực hiện việc phân tích giá trị riêng trên ma trận kênh hoặc ma trận liên quan của ma trận kênh, và được sử dụng để biểu diễn thông tin kênh tương ứng với dòng không gian trong dải tần số. Các phần mô tả liên quan của vector tiền mã hóa lý tưởng đã được mô tả chi tiết trong kỹ thuật đã biết, và chi tiết không được mô tả lại ở đây. Ngoài ra, ma trận không gian-tần số lý tưởng có thể cũng được biểu diễn gần như dưới dạng ma trận thành phần không gian-tần số. Trong quy trình thực hiện cụ thể, ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ có thể được thu nhận theo cách thức khác nhau. Cách thức cụ thể là không bị giới hạn ở phương án này của sáng chế. Ví dụ, ma trận tiền mã hóa trong mỗi trong số M dải tần số có thể được bố trí theo chiều hàng hoặc chiều cột, để thu nhận toàn bộ ma trận tiền mã hóa của M dải tần số, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng như ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$. Ví dụ, nếu ma trận tiền mã hóa trong mỗi dải tần số là ma trận 8×2 (hạng (rank) của nó là 2, nghĩa là, số lượng của các lớp truyền là 2), đối với ma trận 8×1 tương ứng với mỗi lớp truyền, ma trận tiền mã hóa trong mỗi trong số mười dải tần số có thể được bố trí theo chiều cột, để thu nhận ma trận 8×10 (hạng của nó là 1, nghĩa là, số lượng của các lớp truyền là 1). Với ví dụ

khác, nếu ma trận tiền mã hóa trong mỗi dải tần số là ma trận 8×2 (hạng của nó là 2, nghĩa là, số lượng của các lớp truyền là 2), đối với ma trận 8×1 tương ứng với mỗi lớp truyền, ma trận tiền mã hóa trong mỗi dải tần số có thể được bố trí theo chiều hàng, để thu nhận ma trận 80×1 (hạng của nó là 1, nghĩa là, số lượng của các lớp truyền là 1). Ngoài ra, đối với phần mô tả chi tiết kỹ thuật của việc xác định ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của nó, tham chiếu tới nội dung của việc xác định các thành phần chùm sóng tạo nên vector tiền mã hóa và các trọng số của nó trong quy trình để xác định vector tiền mã hóa dựa vào kỹ thuật kết hợp chùm tia. Nội dung liên quan có thể được thấy trong kỹ thuật đã biết, và chi tiết không được mô tả trong bản mô tả này.

Có thể được hiểu rằng, nếu mỗi vector tiền mã hóa lý tưởng được sử dụng như vector cột của ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$, ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ là ma trận $N \times M$, ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ là ma trận $N \times M$, và mỗi ma trận thành phần không gian-tần số là ma trận $N \times M$. Nếu vector chuyển vị liên hợp của mỗi vector tiền mã hóa lý tưởng được sử dụng như vector hàng của ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$, ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ là ma trận $M \times N$, ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ là ma trận $M \times N$, và mỗi ma trận thành phần không gian-tần số là ma trận $M \times N$.

Theo cách thực hiện khác, thiết bị đầu thu có thể thiết đặt trước nhóm của các trọng số ứng viên, và thiết bị đầu thu có thể cắt ngang (traverse) và kết hợp mỗi ma trận thành phần không gian-tần số ứng viên và mỗi trọng số ứng viên, để thu nhận các sự kết hợp. Mỗi sự kết hợp có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận thành phần không gian-tần số ứng viên và các trọng số ứng viên của mỗi trong số một hoặc nhiều ma trận thành phần không gian-tần số ứng viên. Đối với mỗi sự kết hợp, phép lấy tổng trọng số có thể được thực hiện trên một vài ma trận thành phần không gian-tần số ứng viên theo sự kết hợp và các trọng số ứng viên của mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số ứng viên, để thu nhận ma trận không gian-tần số ứng viên. Ma trận không gian-tần số ứng viên là ma trận $N \times M$ hoặc ma trận $M \times N$. Ma trận thành phần không gian-tần số ứng viên có thể được thu nhận dựa vào cách thức bất kỳ của việc thu nhận ma trận thành phần không gian-tần số nêu trên. Sau đó, dựa vào các ma trận không gian-tần số ứng viên và các ma trận kênh tương ứng với M dải tần số, các ma trận

kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số được thu nhận. Ma trận không gian-tần số ứng viên tương ứng với ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên với dung lượng kênh lớn nhất trong các ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên được sử dụng như ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$. Ma trận thành phần không gian-tần số ứng viên thứ w theo sự kết hợp tương ứng với ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ có thể là tương đương với $\mathbf{h}_w$, và các trọng số ứng viên của ma trận thành phần không gian-tần số ứng viên thứ w có thể là tương đương với $\hat{h}_w$.

Nếu ma trận không gian-tần số ứng viên là ma trận $N \times M$, bước thu nhận, dựa vào các ma trận không gian-tần số ứng viên và các ma trận kênh tương ứng với M dải tần số, các ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số có thể bao gồm: sử dụng tích của ma trận kênh tương ứng với dải tần số thứ m trong M dải tần số và vectơ cột thứ m của ma trận không gian-tần số ứng viên như vectơ cột thứ m của ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên, để thu nhận ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với dải tần số thứ m . Sau khi ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với mỗi trong số M dải tần số được tính toán, ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số có thể được tính toán. $1 \leq m \leq M$, và m là số nguyên. Ví dụ, giả sử rằng số lượng của các anten truyền là 8 và số lượng của các anten thu là 4, $N=8$, và ma trận kênh là ma trận 4×8 . Giả sử rằng $M=10$, ma trận không gian-tần số ứng viên là ma trận 8×10 . Mỗi cột của ma trận không gian-tần số ứng viên tương ứng với một dải tần số. Đối với dải tần số thứ m trong M dải tần số, ma trận kênh 4×8 tương ứng với dải tần số thứ m trong M dải tần số có thể được nhân với vectơ cột thứ m (nghĩa là, 8×1 chiều) trong ma trận không gian-tần số ứng viên, để thu nhận vectơ 4×1 chiều; và sau đó, mười vectơ 4×1 chiều tương ứng với mười dải tần số tạo nên ma trận 4×10 , và ma trận là ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với mười dải tần số.

Nếu ma trận không gian-tần số ứng viên là ma trận $M \times N$, bước thu nhận, dựa vào các ma trận không gian-tần số ứng viên và các ma trận kênh tương ứng với M dải tần số, các ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số có thể bao gồm: sử dụng tích của ma trận kênh tương ứng với dải tần số thứ m trong M dải tần số và vectơ hàng thứ m của ma trận không gian-tần số ứng viên như vectơ hàng thứ m của ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên, để thu nhận ma trận kênh được tiền mã

hóa ứng viên tương ứng với dải tần số thứ m . Sau khi ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với mỗi trong số M dải tần số được tính toán, ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số có thể được tính toán.

Có thể được hiểu rằng ví dụ nêu trên là ví dụ về cách thực hiện của việc thu nhận ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ dựa vào ma trận kênh, và không cấu thành giới hạn về việc thu nhận ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ dựa vào ma trận kênh.

Sau khi xác định ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$, thiết bị đầu thu có thể chỉ báo thông tin liên quan của ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ tới thiết bị đầu truyền. Sau khi thu thông tin liên quan, thiết bị đầu truyền có thể xác định ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ dựa vào công thức $\mathbf{H} = \sum_{w=1}^W \hat{h}_w \mathbf{h}_w$; và sau đó xác định M vector tiền mã hóa dựa vào ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định. Mỗi cột của ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ là vector tiền mã hóa, và dữ liệu cần được gửi được tiền mã hóa dựa vào M vector tiền mã hóa để gửi dữ liệu được tiền mã hóa. Đối với cách thực hiện cụ thể của thông tin liên quan, tham chiếu tới phần mô tả sau đây.

(13). Vector không gian-tần số

Đối với thiết bị đầu thu, vector không gian-tần số có thể được thu nhận dựa vào ma trận kênh. Cách thực hiện của việc thu nhận vector không gian-tần số bởi thiết bị đầu thu dựa vào ma trận kênh không bị giới hạn ở sáng chế này. Một vài cách thực hiện được liệt kê dưới đây:

Theo cách thực hiện, thiết bị đầu thu có thể thu nhận vector không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{V}'$ dựa vào ma trận kênh, và sau đó biểu diễn vector không gian-tần số lý tưởng ở dạng tổng trọng số của các vector thành phần không gian-tần số. Tổng trọng số của các vector thành phần không gian-tần số là vector không gian-tần số $\mathbf{V}$, và do đó, có thể được nhận thấy rằng vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ là gần giống vector không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{V}'$. Ví dụ, $\mathbf{V}'$ có thể được biểu diễn gần như theo dạng sau: $\mathbf{V}' \approx \mathbf{V} = \sum_{z=1}^Z \hat{g}_z \mathbf{v}_z$. Z là số lượng của các vector thành phần không gian-tần số. $\mathbf{v}_z$ là vector thành phần không gian-tần số thứ z . $1 \leq z \leq Z$, $Z \geq 2$, và cả Z và z đều là các số nguyên. $\hat{g}_z$ là trọng số của $\mathbf{v}_z$. Vector không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{V}'$ có thể được tạo nên bởi M vector tiền mã hóa lý tưởng. Ví dụ, vector không gian-tần số lý tưởng có thể là vector hàng $M \times N$ chiều (nghĩa là, vector hàng thứ nhất) được bố trí bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số lý tưởng $N \times M$ theo từng hàng; có thể là vector cột

$M \times N$ chiều (nghĩa là, vector cột thứ nhất) được bố trí bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số lý tưởng $N \times M$ theo từng cột; có thể là vector cột $M \times N$ chiều (nghĩa là, vector cột thứ hai) được bố trí bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số $M \times N$ lý tưởng theo từng cột; hoặc có thể là vector hàng $M \times N$ chiều (nghĩa là, vector hàng thứ hai) được bố trí bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số $M \times N$ lý tưởng theo từng hàng. Có thể được hiểu rằng vector chuyển vị liên hợp của vector hàng thứ nhất là vector cột thứ hai. Vector chuyển vị liên hợp của vector hàng thứ hai là vector cột thứ nhất. Ngoài ra, vector không gian-tần số lý tưởng có thể cũng được biểu diễn gần như dưới dạng vector thành phần không gian-tần số.

Theo cách thực hiện khác, thiết bị đầu thu có thể thiết đặt trước nhóm của các trọng số ứng viên, và thiết bị đầu thu có thể cắt ngang và kết hợp mỗi vector thành phần không gian-tần số ứng viên và mỗi trọng số ứng viên, để thu nhận các sự kết hợp. Mỗi sự kết hợp có thể bao gồm một hoặc nhiều vector thành phần không gian-tần số ứng viên và các trọng số ứng viên của mỗi trong số một hoặc nhiều vector thành phần không gian-tần số ứng viên. Đối với mỗi sự kết hợp, phép lấy tổng trọng số có thể được thực hiện trên một vài vector thành phần không gian-tần số ứng viên theo sự kết hợp và các trọng số ứng viên của mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số ứng viên, để thu nhận vector không gian-tần số ứng viên. Vector không gian-tần số ứng viên là ma trận $M \times N$. Vector thành phần không gian-tần số ứng viên có thể được thu nhận dựa vào cách thức bất kỳ của việc thu nhận vector thành phần không gian-tần số nêu trên. Sau đó, dựa vào các vector không gian-tần số ứng viên và các ma trận kênh tương ứng với M dải tần số, các ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số được thu nhận. Vector không gian-tần số ứng viên tương ứng với ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên với dung lượng kênh lớn nhất trong các ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên được sử dụng như vector không gian-tần số $\mathbf{V}$. Vector thành phần không gian-tần số ứng viên thứ z theo sự kết hợp tương ứng với vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ có thể là tương đương với $\mathbf{V}_z$, và các trọng số ứng viên của vector thành phần không gian-tần số ứng viên thứ z có thể là tương đương với $\hat{g}_z$.

Theo một ví dụ, nếu vector thành phần không gian-tần số là tích Kronecker của vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số; hoặc vector thành phần không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số

trên các vector cơ sở không gian-tần số trong tập hợp vector cơ sở không gian-tần số, và vector cơ sở không gian-tần số là tích Kronecker của vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số, bước thu nhận, dựa vào mỗi vector không gian-tần số ứng viên và các ma trận kênh tương ứng với M dải tần số, ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số có thể bao gồm: sử dụng tích của ma trận kênh tương ứng với dải tần số thứ m trong M dải tần số và vector cột thứ m của ma trận không gian-tần số $N \times M$ ứng viên tương ứng với vector không gian-tần số ứng viên như vector cột thứ m của ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên, để thu nhận ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số. $1 \leq m \leq M$, và m là số nguyên. Cần lưu ý rằng, trong quy trình thực hiện cụ thể, có thể không được yêu cầu là vector không gian-tần số ứng viên được chuyển đổi trước tiên thành ma trận không gian-tần số $N \times M$ ứng viên, và sau đó ma trận kênh tương ứng với dải tần số thứ m trong M dải tần số được nhân với vector cột thứ m của ma trận không gian-tần số $N \times M$ ứng viên không được yêu cầu. Theo cách khác, dựa vào vị trí của vector cột thứ m trong vector không gian-tần số ứng viên, vector cột thứ m có thể thu được trực tiếp từ vector không gian-tần số ứng viên, và sau đó, ma trận kênh tương ứng với dải tần số thứ m trong M dải tần số được nhân với vector cột thứ m .

Theo một ví dụ, nếu vector thành phần không gian-tần số là tích Kronecker của vector thành phần miền-tần số và vector thành phần miền-không gian; hoặc vector thành phần không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở không gian-tần số trong tập hợp vector cơ sở không gian-tần số, và vector cơ sở không gian-tần số là tích Kronecker của vector cơ sở miền-tần số và vector cơ sở miền-không gian, bước thu nhận, dựa vào mỗi vector không gian-tần số ứng viên và các ma trận kênh tương ứng với M dải tần số, ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số có thể bao gồm: sử dụng tích của ma trận kênh tương ứng với dải tần số thứ m trong M dải tần số và vector hàng thứ m của ma trận không gian-tần số $M \times N$ ứng viên tương ứng với vector không gian-tần số ứng viên như vector hàng thứ m của ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên, để thu nhận ma trận kênh được tiền mã hóa ứng viên tương ứng với M dải tần số. Chi tiết kỹ thuật liên quan có thể được suy ra từ phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Có thể được hiểu rằng ví dụ nêu trên là ví dụ về cách thực hiện của việc thu nhận

vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ dựa vào ma trận kênh, và không cấu thành giới hạn về việc thu nhận vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ dựa vào ma trận kênh.

Sau khi xác định vector không gian-tần số $\mathbf{V}$, thiết bị đầu thu có thể chỉ báo thông tin liên quan của vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ tới thiết bị đầu truyền. Sau khi thu thông tin liên quan, thiết bị đầu truyền có thể xác định vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ dựa vào công thức $\mathbf{V} = \sum_{z=1}^Z \hat{g}_z \mathbf{v}_z$; và sau đó xác định M vector tiền mã hóa dựa vào vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ được xác định, tiền mã hóa dữ liệu cần được gửi dựa vào M vector tiền mã hóa, ví dụ, thực hiện việc tiền mã hóa nhờ sử dụng M vector tiền mã hóa nêu trên, hoặc điều chỉnh M vector tiền mã hóa nêu trên, và thực hiện việc tiền mã hóa nhờ sử dụng M vector tiền mã hóa mà được thu nhận nhờ sự điều chỉnh để gửi dữ liệu mà được thu nhận sau khi tiền mã hóa. Đối với cách thực hiện cụ thể của thông tin liên quan, tham chiếu tới phần mô tả sau đây. Cách thực hiện cụ thể của việc xác định M vector tiền mã hóa dựa vào vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ có thể được hiểu là quy trình ngược lại của việc xác định $\mathbf{V}$.

Có thể được hiểu rằng nếu vector không gian-tần số là vector cột, vector thành phần không gian-tần số là vector cột. Nếu vector không gian-tần số là vector hàng, vector thành phần không gian-tần số là vector hàng.

Ngoài ra, thuật ngữ "các" trong sáng chế này nghĩa là hai hoặc nhiều hơn hai. Thuật ngữ "và/hoặc" trong sáng chế này mô tả chỉ mỗi tương quan kết hợp để mô tả các đối tượng được kết hợp và biểu diễn rằng ba mối tương quan có thể tồn tại. Ví dụ, A và/hoặc B có thể biểu diễn ba trường hợp sau đây: Chỉ A tồn tại, cả A và B tồn tại, và chỉ B tồn tại. Ngoài ra, ký tự "/" trong bản mô tả này thường chỉ báo mỗi tương quan "hoặc" giữa các đối tượng được kết hợp. Khi ký tự "/" được sử dụng trong công thức, ký tự thường chỉ báo mỗi tương quan "phân chia" giữa các đối tượng được kết hợp. Ví dụ, công thức A/B chỉ báo rằng A được chia cho B. Trong sáng chế này, các thuật ngữ "thứ nhất", "thứ hai", và v.v. được nhằm để phân biệt giữa các đối tượng khác nhau mà không chỉ báo thứ tự cụ thể của các đối tượng.

Cần lưu ý rằng, nhằm mô tả dễ dàng, ví dụ trong đó vector bất kỳ (chẳng hạn như vector cơ sở miền-không gian, vector cơ sở miền-tần số, vector thành phần miền-không gian, vector thành phần miền-tần số, vector không gian-tần số, vector cơ sở không gian-tần số, hoặc vector tiền mã hóa) là vector cột được sử dụng cho phần mô tả dưới

đây. Sự mô tả thống nhất được đưa ra ở đây, và chi tiết không được mô tả lại ở đây. Có thể được hiểu rằng, trong quy trình thực hiện cụ thể, vector bất kỳ theo cách khác có thể là vector hàng. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ có thể suy ra một cách thích hợp giải pháp kỹ thuật tương ứng khi vector bất kỳ là vector hàng, dựa vào giải pháp kỹ thuật được đề xuất trong sáng chế này mà không có các sự nỗ lực sáng tạo. Chi tiết không được mô tả trong bản mô tả này. Hơn nữa, trong quy trình thực hiện cụ thể, các dạng của vector và ma trận được sử dụng trong bản mô tả này có thể được điều chỉnh dựa vào yêu cầu cụ thể. Ví dụ, vector và ma trận được chuyển vị, hoặc vector và/hoặc ma trận được biểu diễn ở dạng liên hợp của vector và/hoặc ma trận, sự kết hợp của các dạng nêu trên, dạng khác, hoặc tương tự. Do đó, sự suy luận và điều chỉnh nêu trên sẽ được hiểu là nằm trong phạm vi các phương án của sáng chế này.

Phần dưới đây mô tả chi tiết các giải pháp kỹ thuật được đề xuất trong sáng chế này có tham chiếu tới các hình vẽ kèm theo.

Fig.3 là lưu đồ giản lược của phương pháp đánh giá kênh theo phương án của sáng chế này. Phương pháp được thể hiện trên Fig.3 có thể bao gồm các bước sau.

S101. Thiết bị đầu thu tạo ra thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, và M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc ma trận không gian-tần số $M \times N$. Ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên.

M vector tiền mã hóa N chiều có thể là các vector tiền mã hóa dựa vào dòng không gian đơn nào được gửi trong mỗi trong số M dải tần số. M có thể là nhỏ hơn hoặc bằng số lượng N_{sb} của các dải tần số tương ứng với thông tin kênh mà được phản hồi bởi thiết bị đầu thu, khi được lệnh bởi thiết bị đầu truyền.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, đối với trường hợp trong đó dòng không gian đơn được truyền trong mỗi dải tần số, một hoặc nhiều ma trận không gian-tần số có thể được thiết kế dựa vào yêu cầu thực tế, miễn là tổng của các vector cột của một hoặc nhiều ma trận không gian-tần số là bằng N_{sb} . Ví dụ, đối với dòng không gian đơn, các vector tiền mã hóa tương ứng với một vài dải tần số liên tiếp có thể tạo nên ma trận

không gian-tần số. Ví dụ, nếu độ rộng dải hệ thống được chia thành các dải tần số 1 đến 10, và thiết bị đầu truyền lệnh cho thiết bị đầu thu để phản hồi thông tin kênh của các dải tần số 1 đến 5, nghĩa là, $N_{sb}=5$, đối với dòng không gian đơn, M vector tiền mã hóa có thể là các vector tiền mã hóa tương ứng với các dải tần số 1 đến 5. Trong trường hợp này, $M=5$. Ví dụ, nếu độ rộng dải hệ thống được chia thành các dải tần số 1 đến 10, và thiết bị đầu truyền lệnh cho thiết bị đầu thu để phản hồi thông tin kênh của các dải tần số 1, 2, 3, 8, và 9, nghĩa là, $N_{sb}=5$, đối với dòng không gian bất kỳ, các vector tiền mã hóa tương ứng với các dải tần số 1, 2, và 3 có thể tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times 3$ hoặc $3 \times N$, và các vector tiền mã hóa tương ứng với các dải tần số 8 và 9 có thể tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times 2$ hoặc $2 \times N$. Hiển nhiên, các vector tiền mã hóa tương ứng với các dải tần số 1, 2, 3, 8, và 9 theo cách khác có thể tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times 5$ hoặc $5 \times N$.

Ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số. Do đó, ma trận không gian-tần số H có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$H = \sum_{w=1}^W \hat{h}_w h_w \quad \text{Công thức 1}$$

W là số lượng của các ma trận thành phần không gian-tần số. h_w là ma trận thành phần không gian-tần số thứ w . $\hat{h}_w$ là trọng số của h_w .

Đối với cách thực hiện cụ thể và tương tự của thông tin chỉ báo, tham chiếu tới phần mô tả sau đây.

S102. Thiết bị đầu thu gửi thông tin chỉ báo.

Thông tin được chỉ báo bởi thông tin chỉ báo được đề cập đến là thông tin cần được chỉ báo. Trong quy trình thực hiện cụ thể, có các cách thức chỉ báo thông tin cần được chỉ báo. Cách thức là, ví dụ mà không giới hạn ở, chỉ báo trực tiếp thông tin cần được chỉ báo, ví dụ, chỉ báo thông tin cần được chỉ báo hoặc chỉ số của thông tin cần được chỉ báo. Theo cách khác, thông tin cần được chỉ báo có thể được chỉ báo gián tiếp bằng cách chỉ báo thông tin khác, và có mối tương quan kết hợp giữa thông tin khác và thông tin cần được chỉ báo. Theo cách khác, chỉ một phần của thông tin cần được chỉ báo có thể được chỉ báo, và phần khác của thông tin cần được chỉ báo được biết hoặc được thống nhất trước. Ví dụ, thông tin cụ thể có thể được chỉ báo theo cách

khác dựa vào trình tự sắp xếp của các đoạn của thông tin được thống nhất trước (ví dụ, được quy định trong giao thức), để làm giảm các tổn hao chỉ báo đến mức độ nhất định. Ngoài ra, theo cách khác, phần phổ quát của các đoạn của thông tin có thể được nhận dạng và được chỉ báo theo cách thức thống nhất, để làm giảm các tổn hao chỉ báo gây ra bằng cách chỉ báo riêng biệt thông tin như nhau. Ví dụ, khi sáu vector thành phần không gian-tần số được chỉ báo, nếu sáu vector thành phần không gian-tần số là các kết quả được thu nhận bằng cách cắt ngang ba vector thành phần miền-không gian và hai vector thành phần miền-tần số và tính các tích Kronecker của ba vector thành phần miền-không gian và hai vector thành phần miền-tần số, không cần chỉ báo vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số của mỗi vector thành phần không gian-tần số. Thay vì, ba vector thành phần miền-không gian và hai vector thành phần miền-tần số được chỉ báo theo cách thức thống nhất, và sáu vector thành phần không gian-tần số được chỉ báo kết hợp có tham chiếu tới cách thức khác, để làm giảm các tổn hao chỉ báo. Với ví dụ khác, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng ma trận tiền mã hóa được tạo nên bởi các vector tiền mã hóa, và các vector tiền mã hóa trong ma trận tiền mã hóa có thể có cùng phân xét về sự cấu thành hoặc các thuộc tính khác. Ví dụ, các vector thành phần tạo nên các vector tiền mã hóa trong quy trình xây dựng các vector tiền mã hóa nhờ sử dụng kỹ thuật kết hợp chùm tia có thể là như nhau. Do đó, thuộc tính nêu trên có thể cũng được sử dụng như thuộc tính của ma trận tiền mã hóa, và sự chỉ báo về thuộc tính của ma trận tiền mã hóa là sự chỉ báo về thuộc tính của mỗi vector tiền mã hóa.

Ngoài ra, cách thức chỉ báo cụ thể có thể là cách thức chỉ báo hiện thời khác nhau, ví dụ mà không giới hạn ở, cách thức chỉ báo nêu trên và các sự kết hợp khác nhau của nó. Đối với phần chi tiết cụ thể của cách thức chỉ báo khác nhau, tham khảo kỹ thuật đã biết, và chi tiết không được mô tả trong bản mô tả này. Có thể được nhận thấy từ phần mô tả nêu trên mà, ví dụ, khi các đoạn của thông tin của cùng loại cần được chỉ báo, thông tin khác nhau có thể được chỉ báo theo cách thức khác nhau. Trong quy trình thực hiện cụ thể, cách thức chỉ báo được yêu cầu có thể được lựa chọn dựa vào yêu cầu cụ thể. Cách thức chỉ báo được lựa chọn không bị giới hạn ở phương án này của sáng chế. Theo cách này, cách thức chỉ báo theo phương án này của sáng chế sẽ được hiểu là bao hàm các phương pháp khác nhau nhờ sử dụng bên cần được chỉ báo nào có thể nhận biết của thông tin cần được chỉ báo.

Ngoài ra, thông tin cần được chỉ báo có thể có dạng tương đương khác. Ví dụ, vector hàng có thể được biểu diễn dưới dạng vector cột, ma trận có thể được biểu diễn nhờ sử dụng ma trận được chuyển vị của ma trận, và tích Kronecker của hai vector có thể được biểu diễn ở dạng tích của vector và vector được chuyển vị của vector khác, và tương tự. Giải pháp kỹ thuật được đề xuất theo phương án này của sáng chế sẽ được hiểu là bao hàm các dạng khác nhau. Ví dụ, một vài hoặc tất cả trong số các đặc điểm theo phương án này của sáng chế sẽ được hiểu là bao hàm các hình thức biểu diễn khác nhau của các đặc điểm. Ví dụ, ma trận thành phần không gian-tần số sẽ được hiểu là bao hàm các hình thức biểu diễn khác nhau mà có thể biểu diễn ma trận thành phần không gian-tần số. Các hình thức biểu diễn khác nhau là, ví dụ mà không giới hạn ở, tích Kronecker của vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số, tích của một trong số vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số và vector chuyển vị liên hợp của vector còn lại trong số vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số, mảng mà bao gồm tích Kronecker nêu trên và các thành phần trong kết quả phép nhân, và tương tự.

Thông tin cần được chỉ báo có thể được gửi toàn bộ cùng nhau, hoặc có thể được chia thành các đoạn của thông tin phụ và sau đó được gửi riêng biệt. Ngoài ra, các chu kỳ gửi và/hoặc các cơ hội gửi của các đoạn của thông tin phụ có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau. Phương pháp gửi cụ thể không bị giới hạn ở sáng chế này. Các chu kỳ gửi và/hoặc các cơ hội gửi của các đoạn của thông tin phụ có thể được định rõ trước, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức, hoặc có thể được tạo cấu hình bởi thiết bị đầu truyền bằng cách gửi thông tin cấu hình tới thiết bị đầu thu. Thông tin cấu hình có thể bao gồm, ví dụ mà không giới hạn ở, một hoặc sự kết hợp của ít nhất hai của việc phát tín hiệu RRC, phát tín hiệu MAC, và DCI.

Thông tin chỉ báo có thể là ký hiệu chỉ báo vector tiền mã hóa (precoding matrix indicator - PMI), hoặc có thể là thông tin chỉ báo khác. Thông tin chỉ báo có thể được mang trong một hoặc nhiều tin nhắn trong kỹ thuật đã biết và được gửi bởi thiết bị đầu thu tới thiết bị đầu truyền, hoặc có thể được mang trong một hoặc nhiều tin nhắn mới được thiết kế trong sáng chế này và được gửi bởi thiết bị đầu thu tới thiết bị đầu truyền.

Ngoài ra, cần hiểu rằng phương pháp được thể hiện trên Fig.3 được mô tả dựa

vào trường hợp trong đó dòng không gian đơn (ví dụ, lớp dữ liệu được thu nhận qua việc ánh xạ lớp) được gửi trong mỗi dải con theo hướng phân cực đơn. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng giải pháp kỹ thuật được đề xuất theo phương án này của sáng chế không bị giới hạn ở đây. Giải pháp kỹ thuật được đề xuất theo phương án này của sáng chế có thể được mở rộng tới trường hợp trong đó các dòng không gian được gửi trong mỗi dải con theo các hướng phân cực. Dễ hiểu rằng trong trường hợp này, thông tin chỉ báo bao gồm chỉ báo liên quan của vector tiền mã hóa, của mỗi trong số các dòng không gian, trong mỗi trong số M các dải con, trong mỗi trong số các hướng phân cực. Có thể được nhận thấy rằng thông tin chỉ báo được nêu theo phương án này của sáng chế không loại trừ trường hợp sau. Nghĩa là, thông tin chỉ báo chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều như được mô tả ở S101, và còn chỉ báo một hoặc nhiều nhóm khác của M vector tiền mã hóa N chiều. Các nhóm này của M vector tiền mã hóa N chiều có thể tương ứng với các hướng phân cực khác nhau, các dòng không gian khác nhau, hoặc tương tự. Ngoài ra, thông tin chỉ báo bao gồm chỉ báo liên quan của vector tiền mã hóa, của mỗi trong số các dòng không gian, trong mỗi trong số M các dải con, trong mỗi trong số các hướng phân cực. Cần hiểu rằng phương pháp chỉ báo cụ thể có thể được thiết đặt dựa vào yêu cầu cụ thể, ví dụ, bằng cách tham chiếu tới cách thức chỉ báo khác nhau được nêu trên.

Đơn giản, đối với ma trận thành phần không gian-tần số được đề xuất theo phương án này của sáng chế, đặc điểm miền-không gian cơ sở và đặc điểm miền-tần số cơ sở được kết hợp để thu nhận đặc điểm không gian-tần số cơ sở. Đặc điểm miền-không gian cơ sở có thể được hiểu là mô tả hướng không gian cơ sở, và đặc điểm miền-tần số cơ sở có thể được hiểu là mẫu hình biến đổi của kênh trong các dải tần số. Trong trường hợp này, ma trận thành phần không gian-tần số có thể được hiểu là mô tả đặc điểm không gian-tần số cơ sở. Dựa vào điều này, nhiều hơn các đặc điểm không gian-tần số có thể được mô tả bằng cách thực hiện phép lấy tổng trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số.

S103. Thiết bị đầu truyền thu thông tin chỉ báo.

S104. Thiết bị đầu truyền xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa vào thông tin chỉ báo.

Bởi vì M vector tiền mã hóa N chiều có thể tạo nên ma trận không gian-tần số và

ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, điều kiện có thể được tạo ra để làm giảm các tổn hao chỉ báo của vector tiền mã hóa. Ví dụ, M vector tiền mã hóa N chiều có thể được chỉ báo bằng cách chỉ báo ma trận không gian-tần số. Hơn nữa, ma trận không gian-tần số có thể được chỉ báo bằng cách chỉ báo các ma trận thành phần không gian-tần số. Do đó, so với giải pháp kỹ thuật đã biết trong đó vector tiền mã hóa tương ứng với mỗi dải tần số được chỉ báo độc lập, giải pháp kỹ thuật được đề xuất theo phương án này của sáng chế giúp làm giảm các tổn hao chỉ báo.

Thông tin chỉ báo trong giải pháp kỹ thuật được thể hiện trên Fig.3 được mô tả cụ thể dưới đây theo Phương án 1 đến Phương án 4.

Phương án 1

Theo phương án này, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ $\mathbf{H}$. Mỗi vector tiền mã hóa N chiều được sử dụng như vector cột của ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$. Ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số. Mỗi ma trận thành phần không gian-tần số là tích của vector thành phần miền-không gian và vector chuyển vị liên hợp của vector thành phần miền-tần số.

Dựa vào điều này, theo phương án này, ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{H} = \sum_{w=1}^W \hat{h}_w \mathbf{u}_{1w} \mathbf{u}_{2w}^* \quad \text{Công thức 2}$$

W là số lượng của các ma trận thành phần không gian-tần số. $\mathbf{u}_{1w}$ là vector thành phần miền-không gian tương ứng với ma trận thành phần không gian-tần số thứ w. $\mathbf{u}_{2w}$ là vector thành phần miền-tần số tương ứng với ma trận thành phần không gian-tần số thứ w, và $\mathbf{u}_{2w}^*$ là vector chuyển vị liên hợp của $\mathbf{u}_{2w}$. $\hat{h}_w$ là trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số thứ w $\mathbf{u}_{1w} \mathbf{u}_{2w}^*$, và $\mathbf{u}_{1w} \mathbf{u}_{2w}^*$ là tương đương với $\mathbf{h}_w$ trong Công thức 1.

Phương án 2

Theo phương án này, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $M \times N$ $\mathbf{H}$. Vector chuyển vị liên hợp của mỗi vector tiền mã hóa N chiều được sử dụng như vector hàng của ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$. Ma trận không

gian-tần số $\mathbf{H}$ được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số. Mỗi ma trận thành phần không gian-tần số là tích của vector thành phần miền-tần số và vector chuyển vị liên hợp của vector thành phần miền-không gian.

Dựa vào điều này, theo phương án này, ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{H} = \sum_{w=1}^W \hat{h}_w \mathbf{u}_{2w} \mathbf{u}_{1w}^* \quad \text{Công thức 3}$$

$\mathbf{u}_{1w}^*$ là vector chuyển vị liên hợp của $\mathbf{u}_{1w}$. Đối với các sự giải thích của các thông số khác, tham chiếu tới các phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Dựa vào Phương án 1 hoặc Phương án 2, các vector thành phần miền-không gian tương ứng với các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau. Các vector thành phần miền-tần số tương ứng với các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau.

Một cách tùy chọn, vector thành phần miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian.

Nếu vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian, các số lượng của các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với các vector thành phần miền-không gian khác nhau có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau. Các vector thành phần miền-không gian khác nhau có thể tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-không gian, hoặc có thể tương ứng với các nhóm khác nhau của các vector cơ sở miền-không gian. Nói cách khác, các số lượng của các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau. Các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau có thể tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-không gian, hoặc có thể tương ứng với các nhóm khác nhau của các

vector cơ sở miền-không gian.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, bất kỳ một hoặc nhiều đoạn của thông tin chẳng hạn như: cách thức được lựa chọn để thực hiện vector thành phần miền-không gian (nghĩa là, vector thành phần miền-không gian có được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian hay không), các số lượng của các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau là như nhau hay không, số lượng của các vector cơ sở không gian-tần số tương ứng với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, và các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau là cùng nhóm của các vector cơ sở miền-không gian hay không, có thể được định rõ trước, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức, hoặc có thể được tạo cấu hình bởi thiết bị đầu truyền cho thiết bị đầu thu. Thiết bị đầu truyền có thể tạo cấu hình bất kỳ một hoặc nhiều của thông tin nêu trên cho thiết bị đầu thu nhờ sử dụng ít nhất một trong số phát tín hiệu RRC, phát tín hiệu MAC, và DCI.

Một cách tùy chọn, vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số.

Nếu vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số, các số lượng của các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với các vector thành phần miền-tần số khác nhau có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau. Các vector thành phần miền-tần số khác nhau có thể tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-tần số, hoặc có thể tương ứng với các nhóm khác nhau của các vector cơ sở miền-tần số. Nói cách khác, các số lượng của các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau. Các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau có thể tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-tần số, hoặc có thể tương ứng với các nhóm khác nhau của các vector cơ sở miền-tần số.

Trong quy trình thực hiện cụ thể, bất kỳ một hoặc nhiều đoạn của thông tin chẳng

hạn như: cách thức được lựa chọn để thực hiện vector thành phần miền-tần số (nghĩa là, vector thành phần miền-tần số có được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số hay không), các số lượng của các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau là như nhau hay không, số lượng của các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau là cùng nhóm của các vector cơ sở miền-tần số hay không, có thể được định rõ trước, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức; hoặc có thể được tạo cấu hình bởi thiết bị đầu truyền cho thiết bị đầu thu. Thiết bị đầu truyền có thể tạo cấu hình bất kỳ một hoặc nhiều của thông tin nêu trên cho thiết bị đầu thu nhờ sử dụng ít nhất một trong số phát tín hiệu RRC, phát tín hiệu MAC, và DCI.

Dựa vào công thức 2 hoặc công thức 3, trong quy trình thực hiện cụ thể, ví dụ, vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian, và vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số. Thiết bị đầu thu có thể xác định vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số tương ứng với ma trận không gian-tần số theo, ví dụ mà không giới hạn ở, cách thức sau đây:

Giải pháp kỹ thuật nêu trên trước tiên xác định ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ và sau đó xác định ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được sử dụng như một ví dụ. Đầu tiên, ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ có thể được nhân với chuyển vị liên hợp ma trận của ma trận B1 ở bên trái, và được nhân với ma trận B2 ở bên phải, để thu nhận ma trận C. B1 là ma trận được tạo nên bởi một vài hoặc tất cả các vector cơ sở miền-không gian trong tập hợp vector cơ sở miền-không gian. Mỗi cột của ma trận là vector cơ sở miền-không gian. B2 là ma trận được tạo nên bởi một vài hoặc tất cả các vector cơ sở miền-tần số trong tập hợp vector cơ sở miền-tần số. Mỗi cột của ma trận là vector cơ sở miền-tần số. Sau đó, W thành phần trong ma trận C được thu nhận, ví dụ, W thành phần thứ nhất mà được bố trí theo thứ tự giảm dần của các môđun hoặc các độ lớn của tất cả các thành phần trong ma trận C. Thành phần thứ w trong W thành

phần có thể được sử dụng như $\hat{h}_w$. Có thể được hiểu rằng mỗi thành phần trong ma trận $\mathbf{C}$ tương ứng với một vector cơ sở miền-không gian và một vector cơ sở miền-tần số, vector cơ sở miền-không gian tương ứng với thành phần thứ w trong $\mathbf{W}$ thành phần có thể được sử dụng như $\mathbf{u}_{1w}$, và vector cơ sở miền-tần số tương ứng với thành phần thứ w có thể được sử dụng như $\mathbf{u}_{2w}$ nêu trên.

Giải pháp kỹ thuật nêu trên trước tiên xác định ma trận kênh được tiền mã hóa tương ứng với M dải tần số và sau đó xác định ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được sử dụng như một ví dụ, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số thứ w theo sự kết hợp tương ứng với ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ có thể được sử dụng như $\hat{h}_w$. Vector cơ sở miền-không gian tương ứng với ma trận thành phần không gian-tần số thứ w được sử dụng như $\mathbf{u}_{1w}$, và vector cơ sở miền-tần số tương ứng với ma trận thành phần không gian-tần số thứ w được sử dụng như $\mathbf{u}_{2w}$.

Hiển nhiên, trong thời gian thực hiện cụ thể, có thể có cách thực hiện khác. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Một cách tùy chọn, để làm giảm các tổn hao chỉ báo, cách thức tạo ra ma trận thành phần không gian-tần số được thiết kế trong sáng chế này. Cụ thể là, các ma trận thành phần không gian-tần số dùng chung cùng nhóm của các vector thành phần miền-không gian và cùng nhóm của các vector thành phần miền-tần số. Trong trường hợp này:

Dựa vào Phương án 1, công thức 2 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \hat{h}_{k,l} \mathbf{u}_{1,k} \mathbf{u}_{2,l}^* \quad \text{Công thức 4}$$

$\mathbf{u}_{1,k}$ là vector thành phần miền-không gian thứ k tương ứng với ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$. $\mathbf{u}_{2,l}$ là vector thành phần miền-tần số thứ nhất tương ứng với ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$. $\mathbf{u}_{2,l}^*$ là vector chuyển vị liên hợp của $\mathbf{u}_{2,l}$. $\hat{h}_{k,l}$ là trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số thứ (k, l) . Ma trận thành phần không gian-tần số thứ (k, l) là ma trận được thu nhận bằng cách nhân $\mathbf{u}_{1,k}$ với $\mathbf{u}_{2,l}^*$. $1 \leq k \leq K$, và $1 \leq l \leq L$. K là số lượng của các vector thành phần miền-không gian tương ứng với ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$, L là số lượng của các vector thành phần miền-tần số tương ứng với ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$, và k, K, l , và L là các số nguyên. Theo cách

thực hiện này, có $K \times L$ ma trận thành phần không gian-tần số.

Dựa vào Phương án 2, công thức 3 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \hat{h}_{k,l} \mathbf{u}_{2,l} \mathbf{u}_{1,k}^* \quad \text{Công thức 5}$$

$\mathbf{u}_{1,k}^*$ là vector chuyển vị liên hợp của $\mathbf{u}_{1,k}$. Ma trận thành phần không gian-tần số thứ (k, l) là ma trận được thu nhận bằng cách nhân $\mathbf{u}_{2,l}$ với $\mathbf{u}_{1,k}^*$. Đối với các sự giải thích của các thông số khác, tham chiếu tới các phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Một cách tùy chọn, dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, $K \leq N$, và $L \leq M$. Nếu $K < N$ và/hoặc $L < M$, bởi vì thông tin liên quan của vector tiền mã hóa tương ứng với mỗi dải tần số được chỉ báo độc lập trong kỹ thuật đã biết, thông tin liên quan dùng để xây dựng ma trận $N \times M$ (hoặc $M \times N$) cần được chỉ báo. Tuy nhiên, theo cách thực hiện tùy chọn này, chỉ thông tin liên quan dùng để xây dựng ma trận $K \times L$ (hoặc $L \times K$) cần được chỉ báo. Do đó, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Phần dưới đây mô tả $\mathbf{u}_{1,k}$ và $\mathbf{u}_{2,l}$ dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5:

Nếu vector thành phần miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-không gian, $\mathbf{u}_{1,k}$ có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\mathbf{u}_{1,k} \in \{\mathbf{b}_{1,p}\}_{p=1,2,\dots,P}$$

$\{\mathbf{b}_{1,p}\}_{p=1,2,\dots,P}$ là tập hợp được tạo nên bởi một vài hoặc tất cả các vector thành phần miền-không gian trong tập hợp vector thành phần miền-không gian. $\{\mathbf{b}_{1,p}\}_{p=1,2,\dots,P}$ bao gồm tổng số P vector thành phần miền-không gian, và $\mathbf{b}_{1,p}$ là vector thành phần miền-không gian thứ p trong $\{\mathbf{b}_{1,p}\}_{p=1,2,\dots,P}$. $1 \leq p \leq P$, và cả p và P là các số nguyên.

Nếu vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian, $\mathbf{u}_{1,k}$ có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\mathbf{u}_{1,k} = \sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i}$$

I_k là số lượng của các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với vector thành phần miền-không gian $\mathbf{u}_{1,k}$ được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian, và $\mathbf{b}_{1,k,i}$ là vector cơ sở miền-không gian thứ i trong I_k vector cơ sở miền-không gian.

$1 \leq i \leq I_k$, $I_k \geq 2$, và cả i và I_k đều là các số nguyên. $c_{1,k,i}$ là trọng số của $\mathbf{b}_{1,k,i}$.

Có thể được hiểu rằng, nếu các số lượng của các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với các vector thành phần miền-không gian khác nhau là như nhau, công thức $\mathbf{u}_{1,k} = \sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i}$ có thể được biểu diễn dưới dạng $\mathbf{u}_{1,k} = \sum_{i=1}^I c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i}$. I là số lượng của các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian. Trong trường hợp này, thiết bị đầu thu có thể không cần chỉ báo, tới thiết bị đầu truyền, số lượng của các vector cơ sở miền-không gian tương ứng với mỗi vector thành phần miền-không gian, mà có thể chỉ báo cụ thể số lượng I của các vector cơ sở miền-không gian.

Có thể được hiểu rằng nếu các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-không gian, công thức $\mathbf{u}_{1,k} = \sum_{i=1}^I c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i}$ có thể được biểu diễn dưới dạng $\mathbf{u}_{1,k} = \sum_{i=1}^I c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,i}$. $\mathbf{b}_{1,i}$ là vector cơ sở miền-không gian thứ i trong I vector cơ sở miền-không gian. Trong trường hợp này, thiết bị đầu thu có thể không cần chỉ báo, tới thiết bị đầu truyền, vector cơ sở miền-không gian tương ứng với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, mà có thể chỉ báo cụ thể nhóm của các vector cơ sở miền-không gian.

Nhằm biểu diễn chung, ví dụ trong đó $\mathbf{u}_{1,k} = \sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i}$ khi vector thành phần miền-không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-không gian được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian được sử dụng cho phần mô tả dưới đây.

Nếu vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, $\mathbf{u}_{2,l}$ có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\mathbf{u}_{2,l} \in \{\mathbf{f}_{2,q}\}_{q=1,2,\dots,Q}$$

$\{\mathbf{f}_{2,q}\}_{q=1,2,\dots,Q}$ là tập hợp được tạo nên bởi một vài hoặc tất cả các vector thành phần miền-tần số trong tập hợp vector thành phần miền-tần số. $\{\mathbf{f}_{2,q}\}_{q=1,2,\dots,Q}$ bao gồm tổng số Q vector thành phần miền-tần số, và $\mathbf{f}_{2,q}$ là vector thành phần miền-tần số thứ q trong $\{\mathbf{f}_{2,q}\}_{q=1,2,\dots,Q}$. $1 \leq q \leq Q$, và cả q và Q đều là các số nguyên.

Nếu vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số, $\mathbf{u}_{2,l}$ có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\mathbf{u}_{2,l} = \sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j}$$

J_l là số lượng của các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với vector thành phần miền-tần số $\mathbf{u}_{2,l}$ được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số, và $\mathbf{f}_{2,l,j}$ là vector cơ sở miền-tần số thứ j trong J_l vector cơ sở miền-tần số. $1 \leq j \leq J_l$, $J_l \geq 2$, và cả j và J_l đều là các số nguyên. $c_{2,l,j}$ là trọng số của $\mathbf{f}_{2,l,j}$.

Có thể được hiểu rằng, nếu các vector thành phần miền-tần số khác nhau tương ứng với same số lượng của các vector cơ sở miền-tần số, công thức $\mathbf{u}_{2,l} = \sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j}$ nêu trên có thể được biểu diễn dưới dạng $\mathbf{u}_{2,l} = \sum_{j=1}^J c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j}$. J là số lượng của các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số. Trong trường hợp này, thiết bị đầu thu có thể không cần chỉ báo, tới thiết bị đầu truyền, số lượng của các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi vector thành phần miền-tần số, mà có thể chỉ báo cụ thể số lượng J của các vector cơ sở miền-tần số.

Có thể được hiểu rằng nếu các ma trận thành phần không gian-tần số khác nhau tương ứng với cùng nhóm của các vector cơ sở miền-tần số, công thức $\mathbf{u}_{2,l} = \sum_{j=1}^J c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j}$ nêu trên có thể được biểu diễn dưới dạng $\mathbf{u}_{2,l} = \sum_{j=1}^J c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,j}$. $\mathbf{f}_{2,j}$ là vector cơ sở miền-tần số thứ j trong J vector cơ sở miền-tần số. Trong trường hợp này, thiết bị đầu thu có thể không cần chỉ báo, tới thiết bị đầu truyền, vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, mà có thể chỉ báo cụ thể nhóm của các vector cơ sở miền-tần số.

Nhằm biểu diễn chung, ví dụ trong đó $\mathbf{u}_{2,l} = \sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j}$ khi vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số được sử dụng cho phân mô tả dưới đây.

Dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, trong quy trình thực hiện cụ thể, tương tự với cách thực hiện của việc xác định vector cơ sở miền-không gian và vector cơ sở miền-tần số tương ứng với ma trận không gian-tần số dựa vào công thức 2 hoặc công thức 3, các thành phần của K hàng và L cột trong ma trận C được thu nhận, và các thành phần của hàng thứ k và cột thứ l trong các thành phần của K hàng và L cột có thể được sử dụng như $\hat{h}_{k,l}$. Vector cơ sở miền-không gian tương ứng với các thành phần của hàng thứ k và cột thứ l trong các thành phần của K hàng và L cột có thể được sử dụng như $\mathbf{u}_{1,k}$, và vector cơ sở miền-tần số tương ứng với các thành phần của hàng

thứ k và cột thứ l có thể được sử dụng như $\mathbf{u}_{2,l}$.

Phần dưới đây mô tả, dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, cách thực hiện cụ thể của thông tin chỉ báo khi cách thực hiện của vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số là khác nhau.

(1). Nếu vector thành phần không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần không gian, và vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần không gian và vector thành phần miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Trong trường hợp này, có tham chiếu tới phần mô tả nêu trên, có thể được nhận thấy rằng $\mathbf{u}_{1,k}$ và $\mathbf{u}_{2,l}$ lần lượt thỏa mãn các điều kiện sau: $\mathbf{u}_{1,k} \in \{\mathbf{b}_{1,p}\}_{p=1,2,\dots,P}$, và $\mathbf{u}_{2,l} \in \{\mathbf{f}_{2,q}\}_{q=1,2,\dots,Q}$. Khi ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo thông tin sau: $\mathbf{u}_{1,k}$, $\mathbf{u}_{2,l}$, và $\hat{h}_{k,l}$.

(2). Nếu vector thành phần không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần không gian, và vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần không gian và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số.

Ví dụ, có tham chiếu tới phần mô tả nêu trên, có thể được nhận thấy rằng $\mathbf{u}_{1,k}$ và $\mathbf{u}_{2,l}$ lần lượt thỏa mãn các điều kiện sau: $\mathbf{u}_{1,k} \in \{\mathbf{b}_{1,p}\}_{p=1,2,\dots,P}$, và $\mathbf{u}_{2,l} = \sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j}$.

Dựa vào điều này, công thức 4 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau 6, và công thức 5 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau 7:

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \hat{h}_{k,l} \mathbf{u}_{1,k} \left(\sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j} \right)^* = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \mathbf{u}_{1,k} \left(\sum_{j=1}^{J_l} \bar{\hat{h}}_{k,l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j} \right)^* \quad \text{Công thức 6}$$

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \hat{h}_{k,l} \left(\sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j} \right) \mathbf{u}_{1,k}^* = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \left(\sum_{j=1}^{J_l} \bar{\hat{h}}_{k,l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j} \right) \mathbf{u}_{1,k}^* \quad \text{Công thức 7}$$

$\bar{\hat{h}}_{k,l}$ là liên hợp của $\hat{h}_{k,l}$.

Cách thực hiện 1. Thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo thông tin sau: $\mathbf{u}_{1,k}$, $\mathbf{f}_{2,l,j}$, $c_{2,l,j}$ và $\hat{h}_{k,l}$.

Cách thực hiện 1. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Cần lưu ý rằng, trong quy trình thực hiện cụ thể, dựa vào cách thực hiện khác nhau của việc xây dựng ma trận thành phần không gian-tần số, các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số có thể được biểu diễn một cách cụ thể là: các tích số của các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số hoặc các biến thể của nó và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số hoặc biến thể của nó. Ví dụ, các trọng số được thu nhận có thể được biểu diễn một cách cụ thể là: các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số nhờ sự liên hợp của trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định dựa vào công thức 6 hoặc công thức 7, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo thông tin sau: $\mathbf{u}_{1,k}$, $\mathbf{f}_{2,l,j}$, và $\bar{h}_{k,l}c_{2,l,j}$. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây. Trong phần mô tả sau đây, nguyên lý thực hiện tương tự với nó có thể được suy ra từ phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả trong phần mô tả sau đây.

(3). Nếu vector thành phần không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở không gian từ tập hợp vector cơ sở không gian, và vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần miền-tần số và các vector cơ sở không gian tương ứng với mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số.

Ví dụ, có tham chiếu tới phần mô tả nêu trên, có thể được nhận thấy rằng $\mathbf{u}_{1,k}$ và $\mathbf{u}_{2,l}$ lần lượt thỏa mãn các điều kiện sau: $\mathbf{u}_{1,k} = \sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i}$, và $\mathbf{u}_{2,l} \in \{\mathbf{f}_{2,q}\}_{q=1,2,\dots,Q}$. Dựa vào điều này, công thức 4 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau 8, và công thức 5 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau 9:

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \hat{h}_{k,l} \left(\sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i} \right) \mathbf{u}_{2,l}^* = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \left(\sum_{i=1}^{I_k} \bar{h}_{k,l} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i} \right) \mathbf{u}_{2,l}^* \quad \text{Công thức 8}$$

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \hat{h}_{k,l} \mathbf{u}_{2,l} \left(\sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i} \right)^* = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \mathbf{u}_{2,l} \left(\sum_{i=1}^{I_k} \overline{\hat{h}_{k,l}} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i} \right)^* \quad \text{Công thức 9}$$

Cách thực hiện 1. Thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số của các vector cơ sở không gian và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo thông tin sau: $\mathbf{u}_{2,l}$, $\mathbf{b}_{1,k,i}$, $c_{1,k,i}$ và $\hat{h}_{k,l}$.

Cách thực hiện 2. Thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở không gian với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Cần lưu ý rằng, trong quy trình thực hiện cụ thể, dựa vào cách thực hiện khác nhau của việc xây dựng ma trận thành phần không gian-tần số, các trọng số được thu nhận bằng cách nhân tách biệt các trọng số của các vector cơ sở không gian với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số có thể được biểu diễn một cách cụ thể là: các tích số của các trọng số của các vector cơ sở miền-không gian hoặc các sự biến đổi của nó và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số hoặc sự biến đổi của nó. Ví dụ, các trọng số có thể được biểu diễn một cách cụ thể là: các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở không gian bởi sự liên hợp của trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định dựa vào công thức 8 hoặc công thức 9, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo thông tin sau: $\mathbf{u}_{2,l}$, $\mathbf{b}_{1,k,i}$, và $\overline{\hat{h}_{k,l}} c_{1,k,i}$. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây. Trong phần mô tả sau đây, nguyên lý thực hiện tương tự với nó có thể được suy ra từ phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả trong phần mô tả sau đây.

(4). Nếu vector thành phần không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở không gian từ tập hợp vector thành phần không gian, và vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các vector cơ sở không gian và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi trọng số các ma trận thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số.

Ví dụ, có tham chiếu tới phần mô tả nêu trên, có thể được nhận thấy rằng $\mathbf{u}_{1,k}$ và $\mathbf{u}_{2,l}$ lần lượt thỏa mãn các điều kiện sau: $\mathbf{u}_{1,k} = \sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i}$, và $\mathbf{u}_{2,l} = \sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j}$. Dựa vào điều này, công thức 4 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau 10 hoặc 11, và công thức 5 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau 12 hoặc 13:

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \left(\sum_{i=1}^{I_k} \hat{h}_{k,l} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i} \right) \left(\sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j} \right)^* \quad \text{Công thức 10}$$

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \left(\sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i} \right) \left(\sum_{j=1}^{J_l} \hat{h}_{k,l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j} \right)^* \quad \text{Công thức 11}$$

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \left(\sum_{j=1}^{J_l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j} \right) \left(\sum_{i=1}^{I_k} \hat{h}_{k,l} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i} \right)^* \quad \text{Công thức 12}$$

$$\mathbf{H} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L \left(\sum_{j=1}^{J_l} \hat{h}_{k,l} c_{2,l,j} \mathbf{f}_{2,l,j} \right) \left(\sum_{i=1}^{I_k} c_{1,k,i} \mathbf{b}_{1,k,i} \right)^* \quad \text{Công thức 13}$$

Cách thực hiện 1. Thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số của các vector cơ sở không gian, các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo thông tin sau: $\mathbf{b}_{1,k,i}$, $\mathbf{f}_{2,l,j}$, $c_{1,k,i}$, $c_{2,l,j}$, và $\hat{h}_{k,l}$.

Cách thực hiện 2. Thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở không gian với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số, và các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số.

Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định dựa vào công thức 10 hoặc công thức 12, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo thông tin sau: $\mathbf{b}_{1,k,i}$, $\mathbf{f}_{2,l,j}$, $\hat{h}_{k,l} c_{1,k,i}$ và $c_{2,l,j}$.

Cách thực hiện 3. Thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số, và các trọng số của các vector cơ sở không gian.

Ví dụ, khi ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được xác định dựa vào công thức 11 hoặc công thức 13, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo thông tin sau: $\mathbf{b}_{1,k,i}$, $\mathbf{f}_{2,l,j}$, $\hat{h}_{k,l} c_{2,l,j}$ và $c_{1,k,i}$.

Cần lưu ý rằng, trong quy trình thực hiện cụ thể, sau khi xác định ma trận không gian-tần số lý tưởng, thiết bị đầu truyền có thể lấy gần đúng ma trận không gian-tần số lý tưởng với bất kỳ một trong số các công thức (bao gồm bất kỳ một trong số các công

thức 2 đến công thức 13), và do đó, thông tin liên quan trong công thức được chỉ báo tới thiết bị đầu thu nhờ sử dụng thông tin chỉ báo. Thiết bị đầu thu có thể thu nhận ma trận không gian-tần số dựa vào công thức. Ngoài ra, dễ hiểu rằng ma trận không gian-tần số có thể được thu nhận theo cách thức khác.

Phương án 3

Theo phương án này, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ $\mathbf{H}$. Mỗi vector tiền mã hóa N chiều được sử dụng như vector cột của ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$. Ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số. Mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số. Theo phương án này, ma trận cơ sở không gian-tần số là ma trận $N \times M$. Mỗi vector cơ sở không gian-tần số hoặc mỗi ma trận thành phần không gian-tần số trong tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số có thể là tích của vector cơ sở miền-không gian và vector chuyển vị liên hợp của vector cơ sở miền-tần số.

Phương án 4

Theo phương án này, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $M \times N$ $\mathbf{H}$. Mỗi vector tiền mã hóa N chiều được sử dụng như vector hàng của ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$. Ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số. Mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số. Theo phương án này, ma trận cơ sở không gian-tần số là ma trận $M \times N$. Mỗi vector cơ sở không gian-tần số hoặc mỗi ma trận thành phần không gian-tần số trong tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số có thể là tích của vector cơ sở miền-không gian và vector chuyển vị liên hợp của vector cơ sở miền-tần số.

Dựa vào Phương án 3 hoặc Phương án 4, ví dụ trong đó ma trận thành phần không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên

các ma trận cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số được sử dụng. Trong quy trình thực hiện cụ thể, thiết bị đầu thu có thể xác định ma trận cơ sở không gian-tần số tương ứng với ma trận không gian-tần số theo, ví dụ mà không giới hạn ở, cách thức sau:

Giải pháp kỹ thuật nêu trên trước tiên xác định ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ và sau đó xác định ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được sử dụng như một ví dụ. Đầu tiên, ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ có thể được mở rộng theo từng cột, để thu nhận vector cột, và mỗi ma trận cơ sở không gian-tần số được mở rộng theo từng cột, để thu nhận vector cột; sau đó, tích trong của vector cột được thu nhận bằng cách mở rộng, theo từng cột, mỗi ma trận cơ sở không gian-tần số trong một vài hoặc tất cả các ma trận cơ sở không gian-tần số trong tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số và vector cột được thu nhận bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số lý tưởng $\mathbf{H}'$ theo từng cột được tính toán, để thu nhận các tích trong; W tích trong của các tích trong, ví dụ, W tích trong thứ nhất được thu nhận sau khi các tích trong được bố trí theo thứ tự giảm dần, được thu nhận; và các ma trận cơ sở không gian-tần số tương ứng với W tích trong được sử dụng như W ma trận cơ sở không gian-tần số tương ứng với ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$.

Giải pháp kỹ thuật nêu trên trước tiên xác định ma trận kênh được tiền mã hóa tương ứng với M dải tần số và sau đó xác định ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ được sử dụng như một ví dụ, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số thứ w theo sự kết hợp tương ứng với ma trận không gian-tần số $\mathbf{H}$ có thể được sử dụng như $\hat{h}_w$. Ma trận cơ sở không gian-tần số tương ứng với ma trận thành phần không gian-tần số thứ w được sử dụng như $\mathbf{h}_w$.

Hiển nhiên, trong thời gian thực hiện cụ thể, có thể có cách thực hiện khác. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này.

Dựa vào Phương án 3 hoặc Phương án 4, nếu ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số.

Dựa vào Phương án 3 hoặc Phương án 4, nếu ma trận thành phần không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận cơ sở

không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận cơ sở không gian-tần số, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các ma trận thành phần không gian-tần số, các ma trận cơ sở không gian-tần số tương ứng với mỗi trong số các ma trận thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số có thể bao gồm: các trọng số của các ma trận cơ sở không gian-tần số và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các ma trận cơ sở không gian-tần số với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Các phần mô tả công thức và các ví dụ cụ thể của các giải pháp kỹ thuật được đề xuất theo Phương án 3 hoặc Phương án 4 có thể được suy ra từ các công thức được đề xuất ở trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Fig.4 là lưu đồ giản lược của phương pháp đánh giá kênh khác theo phương án của sáng chế này. Phương pháp được thể hiện trên Fig.4 có thể bao gồm các bước sau.

S201. Thiết bị đầu thu tạo ra thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, và M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên một vector không gian-tần số $M \times N$ chiều. Vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và M và N là các số nguyên.

Đối với cách thực hiện của việc thu nhận vector không gian-tần số $M \times N$ chiều bởi thiết bị đầu thu, tham chiếu tới phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Có thể được hiểu rằng, về hình thức, vector không gian-tần số $M \times N$ chiều có thể là tương đương với vector hàng $M \times N$ chiều được thu nhận bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số $N \times M$ theo từng hàng; có thể là tương đương với vector cột $M \times N$ chiều được thu nhận bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số $N \times M$ theo từng cột. Theo cách khác, vector không gian-tần số $M \times N$ chiều có thể là tương đương với vector cột $M \times N$ chiều được thu nhận bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số $M \times N$ theo từng cột. Theo cách khác, vector không gian-tần số $M \times N$ chiều có thể là tương đương với vector hàng $M \times N$ chiều được thu nhận bằng cách mở rộng ma trận không gian-tần số $M \times N$ theo từng hàng. Hiển nhiên, sáng chế này không bị giới hạn ở đây.

Vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số. Do đó, vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{V} = \sum_{z=1}^Z \hat{g}_z \mathbf{v}_z \quad \text{Công thức 14}$$

Z là số lượng của các vector thành phần không gian-tần số. $\mathbf{v}_z$ là vector thành phần không gian-tần số thứ z . $\hat{g}_z$ là trọng số của $\mathbf{v}_z$.

Đối với cách thực hiện cụ thể và tương tự của thông tin chỉ báo, tham chiếu tới phần mô tả sau đây.

S202. Thiết bị đầu thu gửi thông tin chỉ báo.

S203. Thiết bị đầu truyền thu thông tin chỉ báo.

S204. Thiết bị đầu truyền xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa vào thông tin chỉ báo.

Đối với các sự giải thích về nội dung và các phần mô tả liên quan của các hiệu quả có lợi theo phương án này, tham chiếu tới phần mô tả nêu trên. Chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Thông tin chỉ báo trong giải pháp kỹ thuật được thể hiện trên Fig.4 được mô tả cụ thể dưới đây theo Phương án 5 đến Phương án 7.

Phương án 5

Theo phương án này, mỗi vector thành phần không gian-tần số là tích Kronecker của vector thành phần không gian và vector thành phần miền-tần số.

Dựa vào điều này, theo phương án này, vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{V} = \sum_{z=1}^Z \hat{g}_z (\mathbf{u}_{1z} \otimes \mathbf{u}_{2z}) \quad \text{Công thức 15}$$

Z là số lượng của các vector thành phần không gian-tần số. $\mathbf{u}_{1z}$ là vector thành phần không gian tương ứng với vector thành phần không gian-tần số thứ z . $\mathbf{u}_{2z}$ là vector thành phần miền-tần số tương ứng với vector thành phần không gian-tần số thứ z , $\hat{g}_z$ là trọng số của vector thành phần không gian-tần số thứ z , và vector thành phần không gian-tần số thứ z là tích Kronecker của $\mathbf{u}_{1z}$ và $\mathbf{u}_{2z}$. $\mathbf{u}_{1z} \otimes \mathbf{u}_{2z}$ là tương đương

với $\mathbf{v}_z$ trong Công thức 14.

Phương án 6

Theo phương án này, mỗi vector thành phần không gian-tần số là tích Kronecker của vector thành phần miền-tần số và vector thành phần không gian.

Dựa vào điều này, theo phương án này, vector không gian-tần số $\mathbf{V}$ có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{V} = \sum_{z=1}^Z \hat{g}_z(\mathbf{u}_{2z} \otimes \mathbf{u}_{1z}) \quad \text{Công thức 16}$$

Vector thành phần không gian-tần số thứ z là tích Kronecker của $\mathbf{u}_{2z}$ và $\mathbf{u}_{1z}$. $\mathbf{u}_{2z} \otimes \mathbf{u}_{1z}$ là tương đương với $\mathbf{v}_z$ trong Công thức 14. Đối với các sự giải thích của các thông số khác, tham chiếu tới các phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Dựa vào Phương án 5 hoặc Phương án 6, các vector thành phần không gian tương ứng với các vector thành phần không gian-tần số khác nhau có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau. Các vector thành phần miền-tần số tương ứng với các vector thành phần không gian-tần số khác nhau có thể là giống nhau hoặc có thể là khác nhau.

Đối với các phần mô tả liên quan của vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số, tham chiếu tới phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Một cách tùy chọn, để làm giảm các tổn hao chỉ báo, cách thức tạo ra vector thành phần không gian-tần số được thiết kế trong sáng chế này. Cụ thể là, các vector thành phần không gian-tần số dùng chung cùng nhóm của các vector thành phần không gian và cùng nhóm của các vector thành phần miền-tần số. Trong trường hợp này:

Dựa vào Phương án 5, công thức 15 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{V} = \sum_{c=1}^C \sum_{d=1}^D \hat{g}_{c,d}(\mathbf{u}_{1,c} \otimes \mathbf{u}_{2,d}) \quad \text{Công thức 17}$$

$\mathbf{u}_{1,c}$ là thành phần miền-không gian thứ c tương ứng với vector không gian-tần số $\mathbf{V}$. $\mathbf{u}_{2,d}$ là vector thành phần miền-tần số thứ d tương ứng với vector không gian-tần số $\mathbf{V}$. $\hat{g}_{c,d}$ là trọng số của vector thành phần không gian-tần số thứ (c, d) . Vector thành phần không gian-tần số thứ (c, d) là tích Kronecker của $\mathbf{u}_{1,c}$ và $\mathbf{u}_{2,d}$.

$1 \leq c \leq C$, và $1 \leq d \leq D$. C là số lượng của các vector thành phần miền-không gian tương ứng với vector không gian-tần số $\mathbf{V}$, D là số lượng của các vector thành phần miền-tần số tương ứng với vector không gian-tần số $\mathbf{V}$, và c , C , d , và D đều là các số nguyên. Theo cách thực hiện này, có $C \times D$ vector thành phần không gian-tần số.

Dựa vào Phương án 6, công thức 16 có thể được biểu diễn dưới dạng công thức sau:

$$\mathbf{V} = \sum_{c=1}^C \sum_{d=1}^D \hat{g}_{c,d}(\mathbf{u}_{2,d} \otimes \mathbf{u}_{1,c}) \quad \text{Công thức 18}$$

Vector thành phần không gian-tần số thứ (c, d) là tích Kronecker của $\mathbf{u}_{2,d}$ và $\mathbf{u}_{1,c}$. Đối với các sự giải thích của các thông số khác, tham chiếu tới các phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Một cách tùy chọn, dựa vào công thức 17 hoặc 18, $C \leq N$, và $D \leq M$. Nếu $C < N$ và/hoặc $D < M$, bởi vì thông tin liên quan của vector tiền mã hóa tương ứng với mỗi dải tần số được chỉ báo độc lập trong kỹ thuật đã biết, thông tin liên quan dùng để xây dựng ma trận $N \times M$ (hoặc $M \times N$) cần được chỉ báo. Tuy nhiên, theo cách thực hiện tùy chọn này, thông tin liên quan dùng để xây dựng chỉ vector $C \times D$ chiều cần được chỉ báo. Do đó, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm.

Đối với cách thức thu nhận vector thành phần miền-không gian và vector thành phần miền-tần số, dạng biểu diễn công thức tương ứng trong mỗi cách thức thu nhận, và tương tự, tham chiếu tới phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Phần dưới đây mô tả cách thực hiện cụ thể của thông tin chỉ báo khi cách thực hiện của vector thành phần không gian và vector thành phần miền-tần số là khác nhau.

(1). Nếu vector thành phần không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần không gian, và vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần không gian và vector thành phần miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và trọng số của vector thành phần không gian-tần số.

(2). Nếu vector thành phần không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần không gian, và vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số từ tập hợp vector cơ sở miền-tần

số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần không gian và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số và trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của vector thành phần không gian-tần số.

(3). Nếu vector thành phần không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở không gian từ tập hợp vector cơ sở không gian, và vector thành phần miền-tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: vector thành phần miền-tần số và các vector cơ sở không gian tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số của các vector cơ sở không gian và trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở không gian với trọng số của vector thành phần không gian-tần số.

(4). Nếu vector thành phần không gian được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở không gian từ tập hợp vector thành phần không gian, và vector thành phần miền-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở miền-tần số từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số, thông tin chỉ báo được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các vector cơ sở không gian và các vector cơ sở miền-tần số tương ứng với mỗi trong số các vector thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số của các vector cơ sở không gian, các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số, và trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở không gian với trọng số của vector thành phần không gian-tần số, và các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số có thể bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vector cơ sở miền-tần số với trọng số của vector thành phần không gian-tần số, và các trọng số của các vector cơ

sở không gian.

Phương án 7

Theo phương án này, mỗi vectơ thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vectơ thành phần không gian-tần số, hoặc được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vectơ cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vectơ cơ sở không gian-tần số.

Theo phương án này, vectơ cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vectơ cơ sở miền-không gian và vectơ cơ sở miền-tần số. Theo cách khác, vectơ cơ sở không gian-tần số có thể là tích Kronecker của vectơ cơ sở miền-tần số và vectơ cơ sở không gian.

Nếu vectơ thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vectơ thành phần không gian-tần số, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các vectơ thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi trong số các vectơ thành phần không gian-tần số.

Nếu vectơ thành phần không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vectơ cơ sở không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp vectơ cơ sở không gian-tần số, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng cụ thể để chỉ báo: các vectơ cơ sở không gian-tần số tương ứng với mỗi trong số các vectơ thành phần không gian-tần số, và thông tin trọng số. Thông tin trọng số có thể bao gồm: các trọng số của các vectơ cơ sở không gian-tần số và trọng số của vectơ thành phần không gian-tần số. Theo cách khác, thông tin trọng số bao gồm các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các vectơ cơ sở không gian-tần số với trọng số của vectơ thành phần không gian-tần số.

Các phần mô tả công thức và các ví dụ cụ thể của các giải pháp kỹ thuật được đề xuất theo phương án 7 có thể được suy ra từ các công thức được đưa ra trong phần mô tả nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Theo cách thực hiện bất kỳ trong số Phương án 5 hoặc Phương án 6, đối với cách thức thiết bị đầu thu xác định vectơ cơ sở miền-không gian và vectơ cơ sở miền-tần số, hoặc theo cách thực hiện bất kỳ trong số Phương án 7, đối với cách thức thiết bị đầu thu xác định vectơ cơ sở không gian-tần số, tham chiếu tới các giải pháp kỹ thuật

tương ứng theo Phương án 1 đến Phương án 4, và chi tiết không được mô tả ở đây.

Dựa vào bất kỳ cách thực hiện của bất kỳ một trong số các phương án nêu trên, thông tin chỉ báo có thể bao gồm ít nhất hai đoạn của thông tin phụ. Mỗi đoạn của thông tin phụ có thể được sử dụng để chỉ báo một hoặc nhiều đoạn của thông tin được chỉ báo bởi thông tin chỉ báo.

Cần lưu ý rằng phần trên mô tả thông tin cụ thể được chỉ báo một cách cụ thể bởi thông tin chỉ báo. Sáng chế này không bị giới hạn về thông tin cụ thể của thông tin chỉ báo.

Ví dụ, thông tin phụ được sử dụng để chỉ báo vector cơ sở miền-không gian (hoặc vector cơ sở miền-tần số, ma trận cơ sở không gian-tần số, vector cơ sở không gian-tần số, vector thành phần miền-không gian, vector thành phần miền-tần số, ma trận thành phần không gian-tần số, hoặc vector thành phần không gian-tần số) có thể là chỉ số của vector cơ sở miền-không gian (hoặc vector cơ sở miền-tần số, ma trận cơ sở không gian-tần số, vector cơ sở không gian-tần số, vector thành phần miền-không gian, vector thành phần miền-tần số, ma trận thành phần không gian-tần số, hoặc vector thành phần không gian-tần số). Ví dụ, chỉ số của vector cơ sở miền-không gian có thể là chỉ số của vector cơ sở miền-không gian, ví dụ, k hoặc c .

Ví dụ, thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo các trọng số thuộc cùng loại có thể là các trọng số thuộc cùng loại, hoặc các chỉ số của các trọng số thuộc cùng loại. Ngoài ra, theo một vài cách thực hiện, thiết bị đầu thu có thể thu nhận trọng số sau khi chuẩn hóa các trọng số. Trong trường hợp này, thông tin chỉ báo có thể còn được sử dụng để chỉ báo ma trận/vector tương ứng với trọng số được sử dụng như tham chiếu được chuẩn hóa. Trong trường hợp này, thông tin chỉ báo có thể không mang trọng số được sử dụng như tham chiếu được chuẩn hóa. Trọng số của cùng loại có thể là trọng số của vector cơ sở miền-không gian, trọng số của vector cơ sở miền-tần số, trọng số của ma trận cơ sở không gian-tần số, trọng số của vector cơ sở không gian-tần số, trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số, trọng số của vector thành phần không gian-tần số, hoặc trọng số của loại mới mà được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của bất kỳ hai loại cùng nhau. Ví dụ, nếu trọng số của loại này là trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số, thông tin chỉ báo có thể được sử dụng để chỉ báo ma trận thành phần không gian-tần số được sử dụng như tham chiếu được chuẩn hóa. Ví

dụ, chỉ số của vector cơ sở miền-không gian và trọng số của vector cơ sở miền-tần số mà tương ứng với ma trận thành phần không gian-tần số có thể được sử dụng để chỉ báo ma trận thành phần không gian-tần số.

Có thể được hiểu rằng trong quy trình thực hiện cụ thể, các trọng số của các loại khác nhau, ví dụ, trọng số của vector cơ sở miền-không gian, trọng số của vector cơ sở miền-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số, có thể được lựa chọn từ cùng nhóm của các trọng số ứng viên, hoặc có thể được lựa chọn từ các nhóm khác nhau của các trọng số ứng viên. Điều này không bị giới hạn ở sáng chế này. Trọng số ứng viên có thể được định rõ trước bởi cả thiết bị đầu thu và thiết bị đầu truyền, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức.

Cần lưu ý rằng các chu kỳ gửi của thông tin phụ khác nhau có thể là như nhau, hoặc có thể là khác nhau.

Nếu chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo vector cơ sở miền-không gian (hoặc vector thành phần miền-không gian) được biểu thị là chu kỳ thứ nhất, chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo vector cơ sở miền-tần số (hoặc vector thành phần miền-tần số) được biểu thị là chu kỳ thứ hai, và chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số được biểu thị là chu kỳ thứ ba, chu kỳ thứ nhất có thể là lớn hơn, nhỏ hơn, hoặc bằng chu kỳ thứ hai. Chu kỳ thứ ba là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ nhất, và chu kỳ thứ tư là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ hai.

Nếu chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo trọng số của vector cơ sở miền-không gian được biểu thị là chu kỳ thứ tư, chu kỳ thứ tư có thể là nhỏ hơn hoặc bằng chu kỳ thứ nhất, và chu kỳ thứ tư có thể là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ ba. Có thể được hiểu rằng, nếu chu kỳ thứ tư là giống như chu kỳ thứ ba, theo cách thực hiện, thậm chí nếu vector thành phần miền-không gian được chỉ báo bởi thiết bị đầu truyền tới thiết bị đầu thu được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian, thiết bị đầu thu có thể chỉ báo trị số được thu nhận bằng cách nhân trọng số của vector cơ sở miền-không gian với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Nếu chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo trọng số của vector cơ sở miền-tần số được biểu thị là chu kỳ thứ năm, chu kỳ thứ năm có thể là nhỏ hơn hoặc bằng chu kỳ thứ hai. Chu kỳ thứ năm có thể là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ tư

có thể là lớn hơn, nhỏ hơn, hoặc bằng chu kỳ thứ năm. Có thể được hiểu rằng, nếu chu kỳ thứ năm là giống như chu kỳ thứ ba, theo cách thực hiện, thậm chí nếu vector thành phần miền-tần số được chỉ báo bởi thiết bị đầu truyền tới thiết bị đầu thu được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số, thiết bị đầu thu có thể thực hiện việc chỉ báo bằng cách nhân trọng số của vector cơ sở miền-tần số với trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

Nếu chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo ma trận cơ sở không gian-tần số (hoặc ma trận thành phần không gian-tần số) được biểu thị là chu kỳ thứ sáu, chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo trọng số của ma trận cơ sở không gian-tần số được biểu thị là chu kỳ thứ bảy, trong đó chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số là chu kỳ thứ ba, chu kỳ thứ sáu có thể là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ bảy, chu kỳ thứ sáu là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ ba, và chu kỳ thứ bảy là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ ba.

Nếu chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo trọng số của vector thành phần không gian-tần số được biểu thị là chu kỳ thứ tám, chu kỳ thứ tám có thể là nhỏ hơn hoặc bằng trị số nhỏ nhất của chu kỳ thứ nhất và chu kỳ thứ hai, chu kỳ thứ tư có thể là nhỏ hơn hoặc bằng chu kỳ thứ nhất, chu kỳ thứ tư có thể là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ tám, và chu kỳ thứ năm có thể là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ tám. Có thể được hiểu rằng, nếu chu kỳ thứ tư là giống như chu kỳ thứ tám, theo cách thực hiện, thậm chí nếu vector thành phần miền-không gian được chỉ báo bởi thiết bị đầu truyền tới thiết bị đầu thu được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-không gian, thiết bị đầu thu có thể chỉ báo trị số được thu nhận bằng cách nhân trọng số của vector cơ sở miền-không gian với trọng số của vector thành phần không gian-tần số. Tương tự, nếu chu kỳ thứ năm là giống như chu kỳ thứ tám, theo cách thực hiện, thậm chí nếu vector thành phần miền-tần số được chỉ báo bởi thiết bị đầu truyền tới thiết bị đầu thu được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector cơ sở được lựa chọn từ tập hợp vector cơ sở miền-tần số, thiết bị đầu thu có thể chỉ báo trị số được thu nhận bằng cách nhân trọng số của vector cơ sở miền-tần số với trọng số của vector thành phần không gian-tần số.

Nếu chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo vector cơ sở không gian-tần số được biểu thị là chu kỳ thứ chín, và chu kỳ gửi của thông tin phụ chỉ báo trọng số của vector cơ sở không gian-tần số được biểu thị là chu kỳ thứ mười, chu kỳ thứ chín có thể là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ mười, chu kỳ thứ chín là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ tám, và chu kỳ thứ mười là lớn hơn hoặc bằng chu kỳ thứ tám.

Bất kỳ một trong số chu kỳ thứ nhất đến chu kỳ thứ mười có thể được tạo cấu hình bởi thiết bị đầu truyền cho thiết bị đầu thu qua việc phát tín hiệu (ví dụ, phát tín hiệu RRC, phát tín hiệu MAC, hoặc DCI), hoặc có thể được định rõ trước, ví dụ, được định rõ trước theo giao thức.

Cần lưu ý rằng khi thông tin chỉ báo chỉ báo các trọng số của các ma trận thành phần không gian-tần số (hoặc các vector thành phần không gian-tần số), thông tin chỉ báo có thể chỉ báo chỉ các trọng số khác không. Trong trường hợp này, thông tin chỉ báo có thể còn được sử dụng để chỉ báo ma trận thành phần không gian-tần số (hoặc vector thành phần không gian-tần số) tương ứng với các trọng số khác không. Ngoài ra, khi thông tin chỉ báo chỉ báo các trọng số được thu nhận bằng cách nhân các trọng số của các ma trận thành phần không gian-tần số (hoặc các vector thành phần không gian-tần số) với trọng số của vector cơ sở miền-không gian (hoặc vector cơ sở miền-tần số), thông tin chỉ báo có thể chỉ báo chỉ các trọng số khác không được thu nhận nhờ phép nhân. Trong trường hợp này, thông tin chỉ báo có thể còn được sử dụng để chỉ báo ma trận thành phần không gian-tần số (hoặc vector thành phần không gian-tần số) và/hoặc vector cơ sở miền-không gian (hoặc vector cơ sở miền-tần số).

Hướng phân cực đơn và một dòng không gian được sử dụng như một ví dụ cho phân mô tả nêu trên. Khi sáng chế này được áp dụng tới kịch bản đa hướng phân cực, thông tin chỉ báo có thể còn được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều theo một hoặc nhiều hướng phân cực khác. Khi sáng chế này được áp dụng tới các dòng không gian, thông tin chỉ báo có thể còn được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều của một hoặc nhiều các dòng không gian khác. Phần dưới đây đưa ra một vài cách thực hiện trong đó sáng chế này được áp dụng tới kịch bản đa hướng phân cực và/hoặc kịch bản của các dòng không gian.

Một cách tùy chọn, các hướng phân cực khác nhau và/hoặc các dòng không gian có thể tương ứng với cùng nhóm của các ma trận thành phần không gian-tần số (hoặc

các vector thành phần không gian-tần số, các vector cơ sở miền-không gian, các vector cơ sở miền-tần số, các ma trận cơ sở không gian-tần số, hoặc các vector cơ sở không gian-tần số). Trong trường hợp này, thiết bị đầu thu có thể không cần chỉ báo nhóm của các ma trận thành phần không gian-tần số (hoặc các vector thành phần không gian-tần số, các vector cơ sở miền-không gian, các vector cơ sở miền-tần số, các ma trận cơ sở không gian-tần số, hoặc các vector cơ sở không gian-tần số) đối với mỗi hướng phân cực và/hoặc dòng không gian. Theo cách này, các tổn hao chỉ báo có thể được giảm. Hiển nhiên, các hướng phân cực khác nhau và/hoặc các dòng không gian theo cách khác có thể tương ứng với các nhóm khác nhau của các ma trận thành phần không gian-tần số (hoặc các vector thành phần miền-không gian, các vector thành phần miền-tần số, các vector cơ sở miền-tần số, các ma trận cơ sở không gian-tần số, hoặc các vector cơ sở không gian-tần số).

Ngoài ra, khi sáng chế này được áp dụng tới các dòng không gian, để làm giảm các tổn hao, sáng chế này đề xuất các giải pháp kỹ thuật sau đây. Cần lưu ý rằng, theo các cách thức tùy chọn sau, ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số theo nghĩa rộng.

Một cách tùy chọn, các số lượng của các vector thành phần miền-tần số (hoặc các vector thành phần miền-không gian, các ma trận thành phần không gian-tần số, các vector thành phần không gian-tần số, các vector cơ sở miền-tần số, các vector cơ sở miền-không gian, hoặc các vector cơ sở không gian-tần số) tương ứng với các ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là như nhau. Ví dụ, dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, nếu độ rộng dải bao gồm M dải tần số tương ứng với ba dòng không gian, mà được biểu thị lần lượt là các dòng không gian 1, 2, và 3, trị số K tương ứng với các ma trận không gian-tần số của các dòng không gian 1, 2, và 3 đều là 4.

Hơn nữa, một cách tùy chọn, số lượng lớn hơn của các dòng không gian chỉ báo số lượng nhỏ hơn của các vector thành phần miền-tần số (hoặc các vector thành phần không gian, các ma trận thành phần không gian-tần số, các vector thành phần không gian-tần số, các vector cơ sở miền-tần số, các vector cơ sở không gian, hoặc các vector cơ sở không gian-tần số) tương ứng với ma trận không gian-tần số. Ví dụ, dựa vào công thức 4 hoặc công thức 5, nếu độ rộng dải bao gồm M dải tần số tương ứng với ba

dòng không gian, mà được biểu thị lần lượt là các dòng không gian 1, 2, và 3, trị số K tương ứng với các ma trận không gian-tần số của các dòng không gian 1, 2, và 3 đều là 4. Nếu độ rộng dải bao gồm M dải tần số tương ứng với bốn dòng không gian, mà được biểu thị lần lượt là các dòng không gian 1, 2, 3, và 4, trị số K tương ứng với các dòng không gian 1, 2, 3, và 4 đều là 2.

Một cách tùy chọn, số lớn hơn của dòng không gian chỉ báo số lượng nhỏ hơn của các vector thành phần miền-tần số (hoặc các vector thành phần không gian, các ma trận thành phần không gian-tần số, các vector thành phần không gian-tần số, các vector cơ sở miền-tần số, các vector cơ sở không gian, hoặc các vector cơ sở không gian-tần số) tương ứng với ma trận không gian-tần số của dòng không gian. Số chuỗi nhỏ hơn của dòng không gian chỉ báo chất lượng kênh tốt hơn tương ứng với dòng không gian. Ví dụ, nếu độ rộng dải bao gồm M dải tần số tương ứng với ba dòng không gian, mà được biểu thị lần lượt là các dòng không gian 1, 2, và 3, trị số K tương ứng với dòng không gian 1 là 6, trị số K tương ứng với dòng không gian 2 là 4, và trị số K tương ứng với dòng không gian 3 là 2.

Một cách tùy chọn, đối với các dòng không gian khác nhau, vector cơ sở miền-không gian (hoặc vector cơ sở miền-tần số, ma trận cơ sở không gian-tần số, hoặc vector cơ sở không gian-tần số) tương ứng với dòng không gian không phải thứ nhất được lựa chọn từ một vài vector cơ sở miền-không gian (hoặc các vector cơ sở miền-tần số, các ma trận cơ sở không gian-tần số, hoặc các vector cơ sở không gian-tần số) tương ứng với dòng không gian thứ nhất. Trong trường hợp này, chỉ số của vector cơ sở miền-không gian (hoặc vector cơ sở miền-tần số, ma trận cơ sở không gian-tần số, hoặc vector cơ sở không gian-tần số) tương ứng với dòng không gian không phải thứ nhất có thể là chỉ số liên quan của một vài vector cơ sở miền-không gian (hoặc các vector cơ sở miền-tần số, các ma trận cơ sở không gian-tần số, hoặc các vector cơ sở không gian-tần số) tương ứng với dòng không gian thứ nhất.

Phần trên chủ yếu mô tả các giải pháp được đề xuất theo các phương án của sáng chế này từ quan điểm của các phương pháp. Để thực hiện các chức năng nêu trên, các cấu trúc phần cứng và/hoặc các môđun phần mềm tương ứng để thực hiện các chức năng được bao gồm. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ dễ dàng nhận thấy rằng, theo sự kết hợp với các ví dụ của các bộ phận và các bước

thuật toán được mô tả theo các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này, sáng chế này có thể được thực hiện bởi phần cứng hoặc sự kết hợp của phần cứng và phần mềm máy tính. Chức năng được thực hiện bởi phần cứng hoặc phần cứng có được dẫn động bởi phần mềm máy tính hay không tùy thuộc vào các ứng dụng cụ thể và các ràng buộc thiết kế của các giải pháp kỹ thuật. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các chức năng được mô tả đối với mỗi ứng dụng cụ thể, nhưng sẽ không được coi là cách thực hiện vượt quá phạm vi của sáng chế này.

Theo các phương án của sáng chế này, thiết bị đánh giá kênh (bao gồm thiết bị đầu thu hoặc thiết bị đầu truyền) có thể được chia thành các môđun chức năng theo các ví dụ về phương pháp. Ví dụ, các môđun chức năng có thể được thu nhận nhờ sự phân chia tương ứng với mỗi chức năng, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chức năng có thể được tích hợp trong một môđun xử lý. Môđun được tích hợp có thể được thực hiện ở dạng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện ở dạng môđun chức năng phần mềm. Cần lưu ý rằng, theo phương án này của sáng chế, sự phân chia môđun được sử dụng như một ví dụ, và chỉ là sự phân chia chức năng logic. Theo cách thực hiện thực tế, cách thức phân chia khác có thể được sử dụng.

Fig.5 là hình vẽ cấu trúc giản lược của thiết bị đánh giá kênh theo phương án của sáng chế này. Thiết bị đánh giá kênh 500 được thể hiện trên Fig.5 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các bước được thực hiện bởi thiết bị đầu thu hoặc thiết bị đầu truyền theo phương pháp đánh giá kênh được thể hiện trên Fig.3, hoặc có thể được tạo cấu hình để thực hiện các bước được thực hiện bởi thiết bị đầu thu hoặc thiết bị đầu truyền theo phương pháp đánh giá kênh được thể hiện trên Fig.4. Thiết bị đánh giá kênh 500 có thể bao gồm: bộ phận xử lý 501 và bộ phận thu phát 502.

Theo cách thực hiện, bộ phận xử lý 501 có thể được tạo cấu hình để tạo ra thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc $M \times N$, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên. Bộ phận thu phát 502 có thể được tạo cấu hình để gửi thông tin chỉ báo. Ví dụ,

có tham chiếu tới Fig.3, theo cách thực hiện này, thiết bị đánh giá kênh 500 có thể cụ thể là thiết bị đầu thu trên Fig.3. Bộ phận xử lý 501 có thể được tạo cấu hình để thực hiện S101, và bộ phận thu phát 502 có thể được tạo cấu hình để thực hiện S102.

Theo cách thực hiện khác, bộ phận xử lý 501 có thể được tạo cấu hình để tạo ra thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên vector không gian-tần số $M \times N$ chiều, và vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số. Ví dụ, có tham chiếu tới Fig.4, theo cách thực hiện này, thiết bị đánh giá kênh 500 có thể cụ thể là thiết bị đầu thu trên Fig.4. Bộ phận xử lý 501 có thể được tạo cấu hình để thực hiện S201, và bộ phận thu phát 502 có thể được tạo cấu hình để thực hiện S202.

Theo cách thực hiện khác, bộ phận thu phát 502 có thể được tạo cấu hình để thu thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên ma trận không gian-tần số $N \times M$ hoặc $M \times N$, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số, trong đó $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N đều là các số nguyên. Bộ phận xử lý 501 có thể được tạo cấu hình để xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa vào thông tin chỉ báo. Ví dụ, có tham chiếu tới Fig.3, theo cách thực hiện này, thiết bị đánh giá kênh 500 có thể cụ thể là thiết bị đầu truyền trên Fig.3. Bộ phận xử lý 501 có thể được tạo cấu hình để thực hiện S104, và bộ phận thu phát 502 có thể được tạo cấu hình để thực hiện S103.

Theo cách thực hiện khác, bộ phận thu phát 502 có thể được tạo cấu hình để thu thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều, mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo nên vector không gian-tần số $M \times N$ chiều, và vector không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện sự kết hợp được lấy trọng số trên các vector thành phần không gian-tần số. Bộ phận xử lý 501 có thể được tạo cấu hình để xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa vào thông tin chỉ báo. Ví dụ, có tham chiếu tới Fig.4, theo cách thực hiện này, thiết bị đánh giá kênh 500 có thể cụ thể là

thiết bị đầu truyền trên Fig.4. Bộ phận xử lý 501 có thể được tạo cấu hình để thực hiện S204, và bộ phận thu phát 502 có thể được tạo cấu hình để thực hiện S203.

Đối với các sự giải thích về nội dung liên quan, các phần mô tả của các hiệu quả có lợi, và tương tự theo phương án này, tham chiếu tới các phương án về phương pháp nêu trên, và chi tiết không được mô tả lại ở đây. Theo một ví dụ, có tham chiếu tới thiết bị truyền thông được thể hiện trên Fig.2, bộ phận xử lý 501 có thể tương ứng với bộ xử lý 401 hoặc bộ xử lý 408 trên Fig.2, và bộ phận thu phát 502 có thể tương ứng với giao diện truyền thông 404 trên Fig.2.

Tất cả hoặc một vài trong số các phương án nêu trên có thể được thực hiện nhờ sử dụng phần mềm, phần cứng, phần sụn, hoặc sự kết hợp bất kỳ của nó. Khi chương trình phần mềm được sử dụng cho việc thực hiện, các phương án có thể được thực hiện đầy đủ hoặc một phần ở dạng sản phẩm chương trình máy tính. Sản phẩm chương trình máy tính bao gồm một hoặc nhiều lệnh máy tính. Khi các lệnh máy tính được tải và được thực hiện trên máy tính, thủ tục hoặc các chức năng theo các phương án của sáng chế này đều là hoặc được tạo ra một phần. Máy tính có thể là máy tính đa năng, máy tính chuyên dụng, mạng máy tính, hoặc máy có thể lập trình được khác. Các lệnh máy tính có thể được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính hoặc có thể được truyền từ phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính tới phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính khác. Ví dụ, các lệnh máy tính có thể được truyền từ trang mạng, máy tính, máy chủ, hoặc trung tâm dữ liệu tới trang mạng khác, máy tính, máy chủ, hoặc trung tâm dữ liệu theo cách thức nối dây (ví dụ, cáp đồng trục, sợi quang, hoặc đường dây thuê bao số (digital subscriber line - DSL)) hoặc không dây (ví dụ, hồng ngoại, radio, hoặc vi sóng). Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có thể là phương tiện hữu dụng bất kỳ truy cập được bởi máy tính, hoặc thiết bị lưu trữ dữ liệu, chẳng hạn như máy chủ hoặc trung tâm dữ liệu, tích hợp một hoặc nhiều phương tiện hữu dụng. Phương tiện hữu dụng có thể là phương tiện từ (ví dụ, đĩa từ, đĩa cứng, hoặc băng từ), phương tiện quang (ví dụ, DVD), phương tiện bán dẫn (ví dụ, ổ đĩa bán dẫn (solid state disk - SSD)), hoặc tương tự.

Mặc dù sáng chế này được mô tả có tham chiếu tới các phương án, trong quy trình xử lý của việc thực hiện sáng chế này mà yêu cầu bảo hộ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể hiểu và thực hiện sự cải biến khác

của các phương án được bộc lộ nhờ xem các hình vẽ kèm theo, nội dung được bộc lộ, và yêu cầu bảo hộ kèm theo. Trong các điểm yêu cầu bảo hộ, "bao gồm" không loại trừ thành phần khác hoặc bước khác, và "một" hoặc không nêu là "một" không ngoại trừ nghĩa là số nhiều. Bộ xử lý đơn hoặc bộ xử lý khác có thể thực hiện một vài chức năng được liệt kê trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Một vài biện pháp được ghi trong các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập mà là khác với nhau, nhưng không có nghĩa là các biện pháp này không thể được kết hợp để tạo ra hiệu quả tốt hơn.

Mặc dù sáng chế này được mô tả có tham chiếu tới các đặc điểm cụ thể và các phương án của nó, rõ ràng là các sự cải biến và các sự kết hợp khác nhau có thể được thực hiện tới chúng mà không chệch khỏi bản chất và phạm vi của sáng chế này. Do đó, bản mô tả và các hình vẽ kèm theo chỉ là phần mô tả ví dụ của sáng chế này được định rõ bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, và được coi là bất kỳ trong số hoặc tất cả các sự cải biến, các sự thay đổi, các sự kết hợp hoặc các sự tương đương mà bao hàm phạm vi của sáng chế này. Rõ ràng là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể thực hiện các sự cải biến và các sự thay đổi khác nhau tới sáng chế này mà không chệch khỏi bản chất và phạm vi của sáng chế này. Trong trường hợp này, sáng chế này được dự định để bao hàm các sự cải biến và các sự thay đổi của sáng chế này miễn là các sự cải biến và các sự thay đổi nằm trong phạm vi bảo hộ được định rõ bởi các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây và các kỹ thuật tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị đánh giá kênh, bao gồm:

bộ xử lý;

bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính mà được thực thi bởi bộ xử lý, và làm cho bộ xử lý thực hiện phương pháp bao gồm:

tạo ra thông tin chỉ báo để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều,

trong đó mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số, M vector tiền mã hóa N chiều tạo thành ma trận không gian-tần số, và ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là một trong số M và N , $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N là các số nguyên;

trong đó ma trận không gian-tần số được kết hợp với một dòng không gian, và

trong đó các số lượng của các vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau, và số lượng dòng không gian lớn hơn được kết hợp với số lượng vector thành phần miền tần số nhỏ hơn; và

gửi thông tin chỉ báo.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số.

3. Thiết bị theo điểm 2, trong đó

thông tin chỉ báo chỉ báo các ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi ma trận thành phần không gian-tần số.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được xây dựng dựa trên hai vector,

trong đó một trong số hai vector được xây dựng dựa trên vector thành phần miền không gian N chiều, và vector còn lại được xây dựng dựa trên vector thành phần miền tần số M chiều.

5. Thiết bị theo điểm 4, trong đó

mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian; và

mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số.

6. Thiết bị theo điểm 4, trong đó

mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian; và

mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số,

trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo vector thành phần miền không gian và vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

7. Thiết bị theo điểm 4, trong đó các ma trận thành phần không gian-tần số chia sẻ cùng nhóm của các vector thành phần miền không gian và cùng nhóm của các vector thành phần miền tần số.

8. Thiết bị theo điểm 1, trong đó các số lượng của các vector thành phần miền không gian được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau.

9. Phương pháp đánh giá kênh, được áp dụng tới thiết bị đánh giá kênh bao gồm bộ xử lý, phương pháp này bao gồm:

tạo ra thông tin chỉ báo để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều,

trong đó mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số,

trong đó M vector tiền mã hóa N chiều tạo thành ma trận không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là một trong số M và N, $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N là các số nguyên;

trong đó ma trận không gian-tần số được kết hợp với một dòng không gian, và

trong đó các số lượng của các vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau, và số lượng dòng không gian lớn hơn được kết hợp với số lượng vector thành phần miền tần số nhỏ hơn; và

gửi thông tin chỉ báo.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó

thông tin chỉ báo chỉ báo các ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi ma trận thành phần không gian-tần số.

12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được xây dựng dựa trên hai vector, trong đó một trong số hai vector được xây dựng dựa trên vector thành phần miền không gian N chiều, và vector còn lại được xây dựng dựa trên vector thành phần miền tần số M chiều.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó

mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian; và

mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số.

14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó

mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian; và

mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số,

trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo vector thành phần miền không gian và vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

15. Phương pháp theo điểm 12, trong đó các ma trận thành phần không gian-tần số chia sẻ cùng nhóm của các vector thành phần miền không gian và cùng nhóm của các vector thành phần miền tần số.

16. Phương pháp theo điểm 12, trong đó các số lượng của các vector thành phần miền không gian được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau.

17. Chip truyền thông bao gồm ít nhất một bộ xử lý, trong đó ít nhất một bộ xử lý được ghép nối với ít nhất một bộ nhớ mà lưu trữ các lệnh máy tính, mà khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, làm cho ít nhất một bộ xử lý thực hiện ít nhất các hoạt động sau đây:

tạo ra thông tin chỉ báo để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều,

trong đó mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số,

trong đó M vector tiền mã hóa N chiều tạo thành ma trận không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là một trong số M và N, $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N là các số nguyên,

trong đó ma trận không gian-tần số được kết hợp với một dòng không gian, và

trong đó các số lượng của các vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau, và số lượng dòng không gian lớn hơn được kết hợp với số lượng vector thành phần miền tần số nhỏ hơn; và

gửi thông tin chỉ báo.

18. Chip truyền thông theo điểm 17, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số.

19. Chip truyền thông theo điểm 18, trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo các ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi ma trận thành phần không gian-tần số.

20. Chip truyền thông theo điểm 17, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được xây dựng dựa trên hai vector, trong đó một trong số hai vector được xây dựng dựa trên vector thành phần miền không gian N chiều, và trong đó vector còn lại được xây dựng dựa trên vector thành phần miền tần số M chiều.

21. Chip truyền thông theo điểm 20, trong đó mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian và mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số.

22. Chip truyền thông theo điểm 20, trong đó mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian, và

mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số,

trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo: vector thành phần miền không gian và vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

23. Chip truyền thông theo điểm 20, trong đó các ma trận thành phần không gian-tần số chia sẻ cùng nhóm của các vector thành phần miền không gian và cùng nhóm của các vector thành phần miền tần số.

24. Chip truyền thông theo điểm 17, trong đó nhóm giống nhau của các ma trận thành phần không gian-tần số trong số các ma trận thành phần không gian-tần số tương ứng với các chiều phân cực khác nhau.

25. Chip truyền thông theo điểm 17, trong đó các số lượng của các vector thành phần miền không gian được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau.

26. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bởi máy tính lưu trữ các lệnh máy tính, mà khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, làm cho ít nhất một bộ xử lý thực hiện ít nhất các hoạt động sau đây:

tạo ra thông tin chỉ báo để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều,

trong đó mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số,

trong đó M vector tiền mã hóa N chiều tạo thành ma trận không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là một trong số M và N , $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N là các số nguyên,

trong đó ma trận không gian-tần số được kết hợp với một dòng không gian, và

trong đó các số lượng của các vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau, và số lượng dòng không gian lớn hơn được kết hợp với số lượng vector thành phần miền tần số nhỏ hơn; và

gửi thông tin chỉ báo.

27. Thiết bị đánh giá kênh bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý;

ít nhất một bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính mà được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, và làm cho thiết bị này thực hiện ít nhất các hoạt động sau đây:

thu thông tin chỉ báo để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều,

trong đó mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số,

trong đó M vector tiền mã hóa N chiều tạo thành ma trận không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là một trong số M và N , $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N là các số nguyên,

trong đó ma trận không gian-tần số được kết hợp với một dòng không gian,

trong đó các số lượng của các vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau, và

trong đó số lượng lớn hơn của các dòng không gian được kết hợp với số lượng nhỏ hơn của các vector thành phần miền tần số; và

xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa trên thông tin chỉ báo.

28. Thiết bị theo điểm 27, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số.

29. Thiết bị theo điểm 28, trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo các ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi ma trận thành phần không gian-tần số.

30. Thiết bị theo điểm 27, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được xây dựng dựa trên hai vector, trong đó một trong số hai vector được xây dựng dựa trên vector thành phần miền không gian N chiều, và vector còn lại được xây dựng dựa trên vector thành phần miền tần số M chiều.

31. Thiết bị theo điểm 30, trong đó mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian và mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số.

32. Thiết bị theo điểm 30, trong đó mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian và mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số,

trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo vector thành phần miền không gian và vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

33. Thiết bị theo điểm 30, trong đó các ma trận thành phần không gian-tần số chia sẻ cùng nhóm của các vector thành phần miền không gian và cùng nhóm của các vector thành phần miền tần số.

34. Thiết bị theo điểm 27, trong đó các số lượng của các vector thành phần miền không gian được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau.

35. Phương pháp đánh giá kênh được áp dụng tới thiết bị đánh giá kênh bao gồm ít nhất một bộ xử lý, phương pháp này bao gồm:

thu thông tin chỉ báo để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều,

trong đó mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số,

trong đó M vector tiền mã hóa N chiều tạo thành ma trận không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện kết hợp được

lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là một trong số M và N , $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N là các số nguyên,

trong đó ma trận không gian-tần số được kết hợp với một dòng không gian,

trong đó các số lượng của các vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau, và

trong đó số lượng lớn hơn của các dòng không gian được kết hợp với số lượng nhỏ hơn của các vector thành phần miền tần số; và

xác định M vector tiền mã hóa N chiều dựa trên thông tin chỉ báo.

36. Phương pháp theo điểm 35, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số.

37. Phương pháp theo điểm 36, trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo các ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi ma trận thành phần không gian-tần số.

38. Phương pháp theo điểm 35, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được xây dựng dựa trên hai vector, trong đó một trong số hai vector được xây dựng dựa trên vector thành phần miền không gian N chiều, và vector còn lại được xây dựng dựa trên vector thành phần miền tần số M chiều.

39. Phương pháp theo điểm 38, trong đó mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian và mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số.

40. Phương pháp theo điểm 38, trong đó mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian và mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số,

trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo vector thành phần miền không gian và vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

41. Phương pháp theo điểm 38, trong đó các ma trận thành phần không gian-tần số chia sẻ cùng nhóm của các vector thành phần miền không gian và cùng nhóm của các vector thành phần miền tần số.

42. Phương pháp theo điểm 35, trong đó các số lượng của các vectơ thành phần miền không gian được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau.

43. Chip truyền thông bao gồm ít nhất một bộ xử lý, trong đó ít nhất một bộ xử lý được ghép nối với ít nhất một bộ nhớ mà lưu trữ các lệnh máy tính, mà khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, làm cho chip truyền thông thực hiện ít nhất các hoạt động sau đây:

thu thông tin chỉ báo để chỉ báo M vectơ tiền mã hóa N chiều,
 trong đó mỗi vectơ tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số,
 trong đó M vectơ tiền mã hóa N chiều tạo thành ma trận không gian-tần số,
 trong đó ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số,
 trong đó ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là một trong số M và N , $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N là các số nguyên,
 trong đó ma trận không gian-tần số được kết hợp với một dòng không gian,
 trong đó các số lượng của các vectơ thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau, và
 trong đó số lượng lớn hơn của các dòng không gian được kết hợp với số lượng nhỏ hơn của các vectơ thành phần miền tần số; và
 xác định M vectơ tiền mã hóa N chiều dựa trên thông tin chỉ báo.

44. Chip truyền thông theo điểm 43, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được lựa chọn từ tập hợp ma trận thành phần không gian-tần số.

45. Chip truyền thông theo điểm 44, trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo các ma trận thành phần không gian-tần số và trọng số của mỗi ma trận thành phần không gian-tần số.

46. Chip truyền thông theo điểm 43, trong đó mỗi ma trận thành phần không gian-tần số được xây dựng dựa trên hai vectơ,

trong đó một trong số hai vectơ được xây dựng dựa trên vectơ thành phần miền

không gian N chiều, và

trong đó vector còn lại được xây dựng dựa trên vector thành phần miền tần số M chiều.

47. Chip truyền thông theo điểm 46, trong đó mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian và mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số.

48. Chip truyền thông theo điểm 46, trong đó

mỗi vector thành phần miền không gian được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền không gian và mỗi vector thành phần miền tần số được lựa chọn từ tập hợp vector thành phần miền tần số,

trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo vector thành phần miền không gian và vector thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận thành phần không gian-tần số, và trọng số của ma trận thành phần không gian-tần số.

49. Chip truyền thông theo điểm 46, trong đó các ma trận thành phần không gian-tần số chia sẻ cùng nhóm của các vector thành phần miền không gian và cùng nhóm của các vector thành phần miền tần số.

50. Chip truyền thông theo điểm 43, trong đó các số lượng của các vector thành phần miền không gian được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau.

51. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bởi máy tính lưu trữ các lệnh máy tính, mà khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, làm cho ít nhất một bộ xử lý thực hiện ít nhất các hoạt động sau đây:

thu thông tin chỉ báo để chỉ báo M vector tiền mã hóa N chiều,

trong đó mỗi vector tiền mã hóa được áp dụng tới một trong số M dải tần số,

trong đó M vector tiền mã hóa N chiều tạo thành ma trận không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số được tạo ra bằng cách thực hiện kết hợp được lấy trọng số trên các ma trận thành phần không gian-tần số,

trong đó ma trận không gian-tần số là ma trận không gian-tần số $X \times Y$, X và Y là

một trong số M và N , $M \geq 1$, $N \geq 2$, và cả M và N là các số nguyên,

trong đó ma trận không gian-tần số được kết hợp với một dòng không gian,

trong đó các số lượng của các vectơ thành phần miền tần số được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau, và

trong đó số lượng lớn hơn của các dòng không gian được kết hợp với số lượng nhỏ hơn của các vectơ thành phần miền tần số; và

xác định M vectơ tiền mã hóa N chiều dựa trên thông tin chỉ báo.

52. Phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bởi máy tính theo điểm 51, trong đó các số lượng của các vectơ thành phần miền không gian được kết hợp với mỗi ma trận không gian-tần số của các dòng không gian khác nhau là giống nhau.

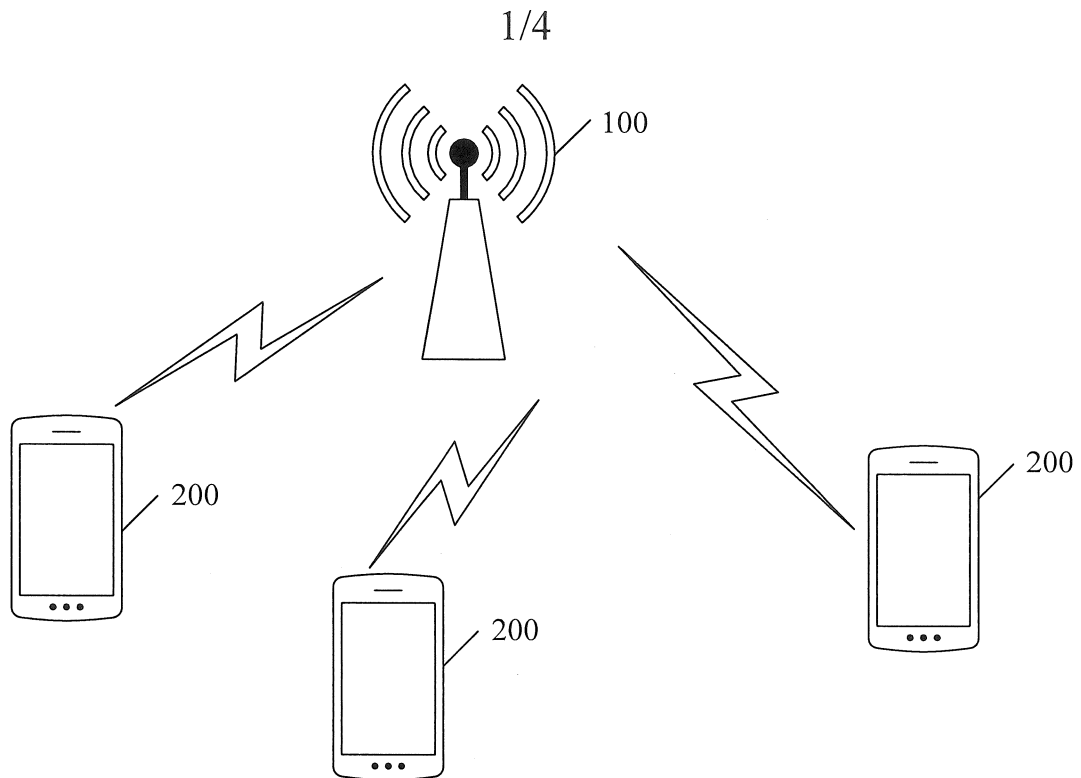


FIG. 1

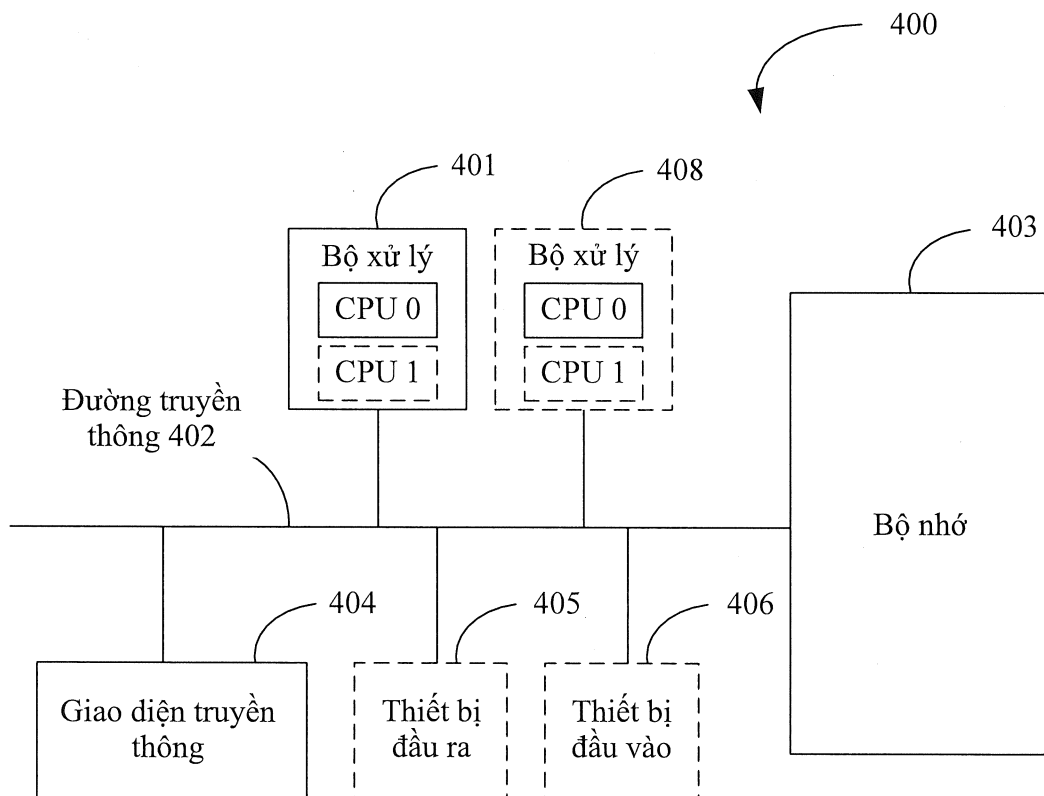


FIG. 2

2/4

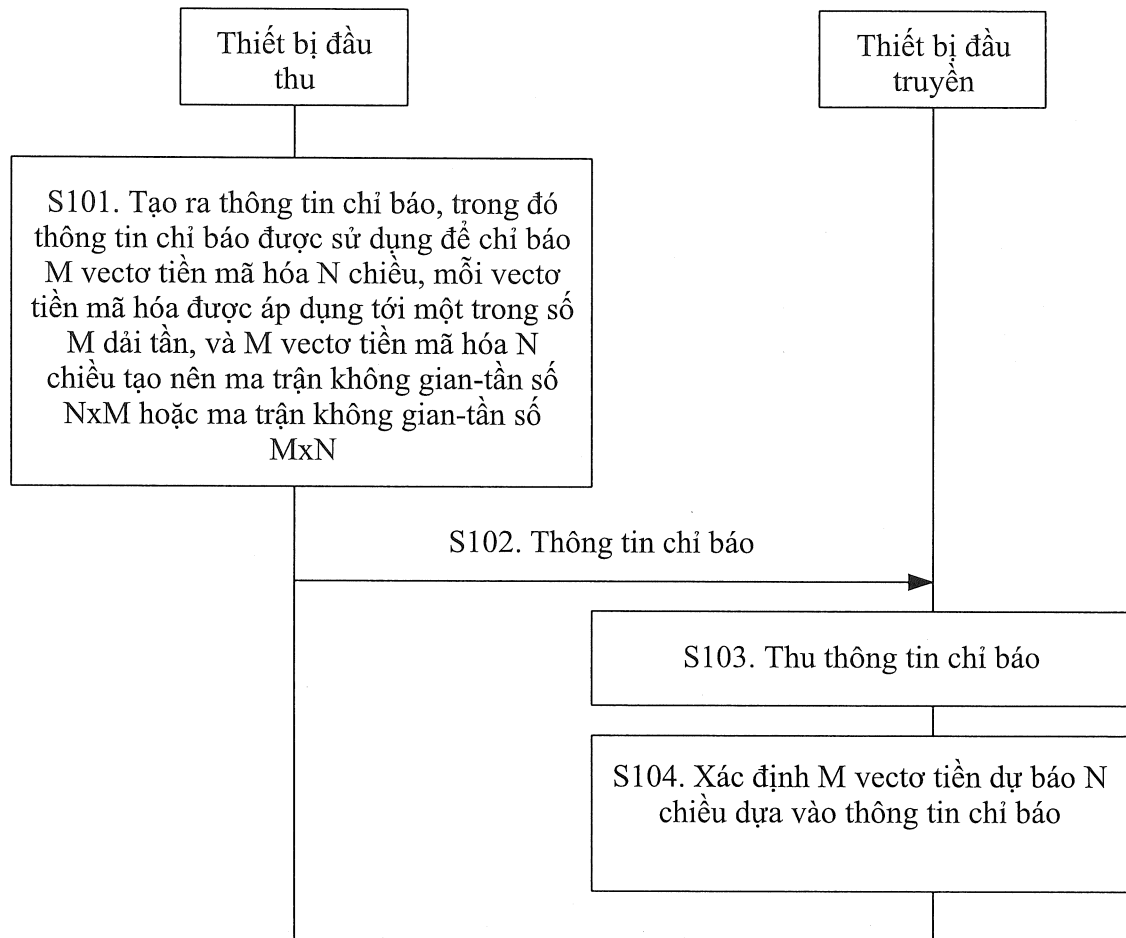


FIG. 3

3/4

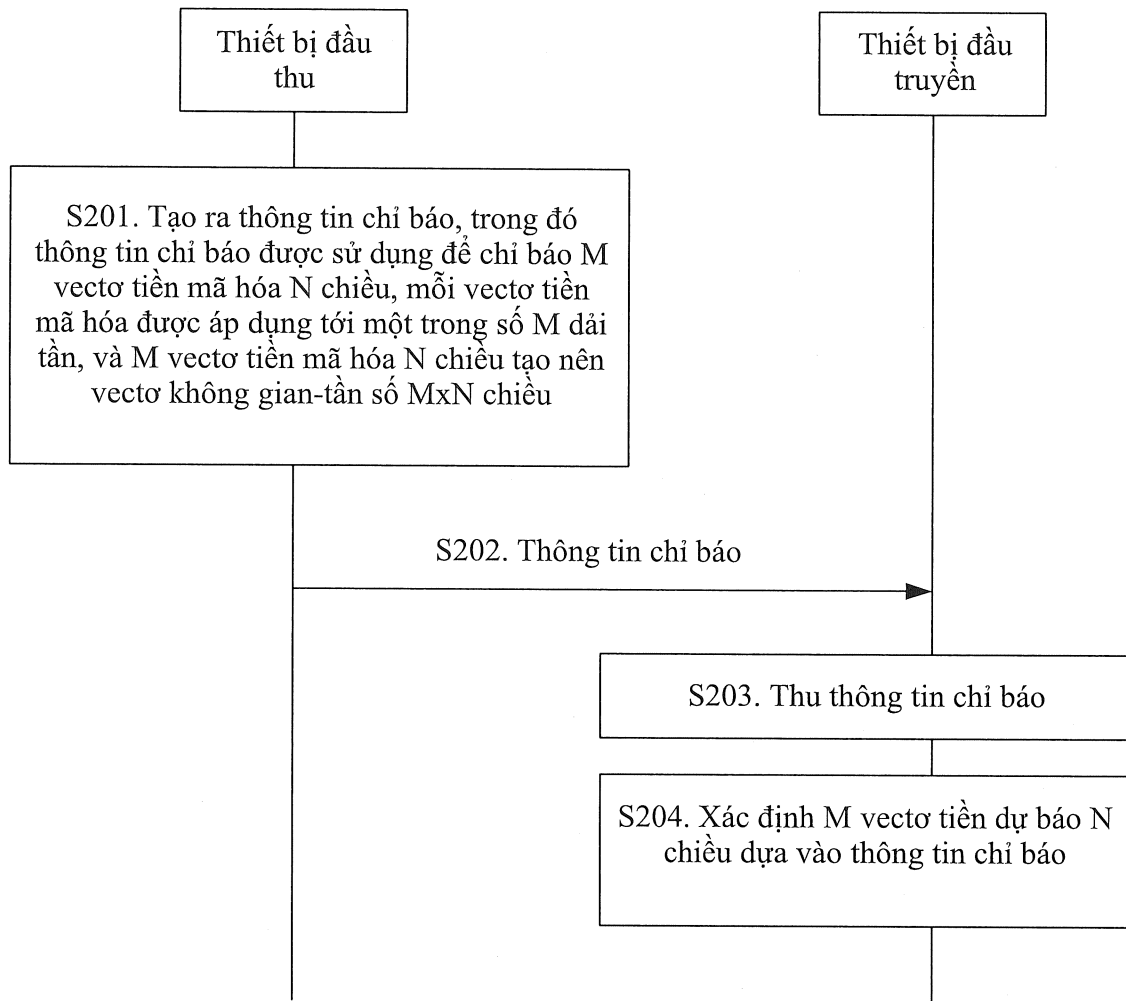


FIG. 4

4/4

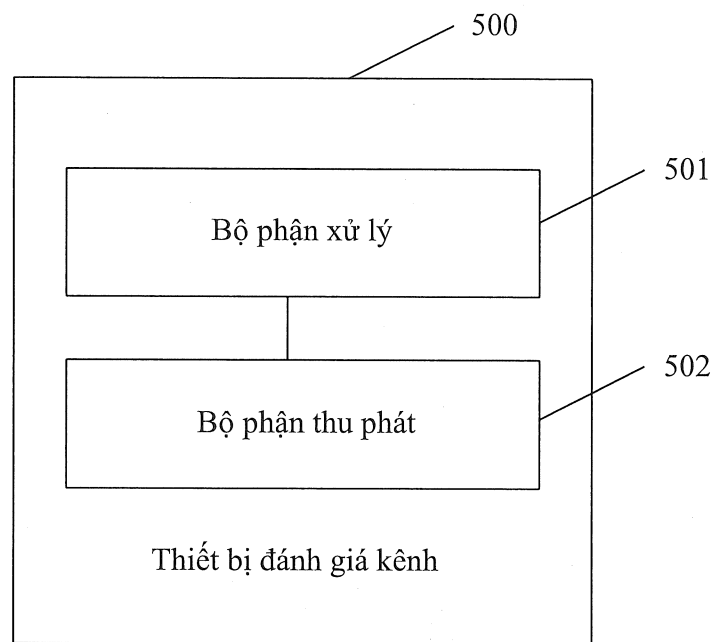


FIG. 5