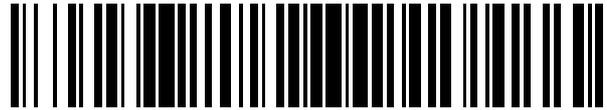


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 993**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06 (2006.01)

H04B 7/04 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2009 PCT/KR2009/000336**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2009 WO09119973**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2009 E 09724682 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2260583**

54 Título: **Método para transmitir señales para reducir sobrecarga de retroalimentación y método para transmitir información de retroalimentación para el mismo**

30 Prioridad:

23.03.2008 US 38773
18.08.2008 KR 20080080462

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.12.2017

73 Titular/es:

LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
20, Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR

72 Inventor/es:

LEE, MOON IL;
CHUNG, JAE HOON;
KO, HYUN SOO;
IHM, BIN CHUL y
LEE, WOOK BONG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 644 993 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para transmitir señales para reducir sobrecarga de retroalimentación y método para transmitir información de retroalimentación para el mismo

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de comunicación inalámbrico de antenas múltiples y, más particularmente, a un método para construir eficazmente un subconjunto de libros de códigos para reducir sobrecarga de retroalimentación para precodificación, y a un método para transmitir y recibir señales usando el mismo.

Técnica básica

- 10 Con la popularización de los servicios de comunicación de información, la aparición de varios servicios de multimedia, y la provisión de servicios de alta calidad, la demanda de un servicio de comunicación inalámbrico rápido ha aumentado rápidamente. Para hacer frente activamente a tal demanda, en primer lugar ha de aumentarse la capacidad de un sistema de comunicación. Para aumentar la capacidad de comunicación en un entorno de comunicación inalámbrica se puede considerar un método para encontrar nuevas bandas de frecuencia disponibles y un método para aumentar la eficacia de recursos restringidos. En cuanto al último método, ha atraído recientemente mucho la atención una tecnología de entrada múltiple salida múltiple (MIMO) y ha sido desarrollada activamente. La tecnología de MIMO obtiene una ganancia de diversidad mediante el equipamiento de un lado de transmisión y un lado de recepción con una pluralidad de antenas para asegurar adicionalmente espacio para la utilización de recursos, o aumentar la capacidad de transmisión mediante la transmisión de datos en paralelo a través de las respectivas antenas.

- 20 Brevemente, MIMO se refiere a un método capaz de mejorar la eficacia de transmisión/recepción de datos utilizando múltiples antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción, en lugar de un método convencional que emplea una antena de transmisión y una antena de recepción. Es decir, MIMO es una tecnología que utiliza múltiples antenas en un lado de transmisión o un lado de recepción de un sistema de comunicación inalámbrico para aumentar la capacidad o mejorar el rendimiento. En lo que sigue, se hace referencia a MIMO como "antena(s) múltiples(s)".

- 25 La tecnología de antenas múltiples es una tecnología para restablecer datos recogiendo trozos de datos recibidos a través de varias antenas, en lugar de depender de una trayectoria de antena única, con el fin de recibir un mensaje global. La tecnología de antenas múltiples consigue una mejora en la velocidad de transmisión de datos a un alcance concreto o un aumento en alcance del sistema para una velocidad concreta de transmisión de datos.

- 30 Se predice que es indispensable una tecnología de antenas múltiples porque la comunicación con móviles de la próxima generación demanda una velocidad de transmisión de datos mucho mayor que la comunicación convencional con móviles. En tales circunstancias, la tecnología de comunicación de MIMO es una tecnología de comunicación con móviles de la próxima generación que puede ser ampliamente aplicada a terminales y repetidores de comunicación con móviles, y está llamando la atención como una técnica para superar limitaciones en la capacidad de comunicación con móviles, que está cada vez más limitada debido a la expansión de la comunicación de datos.

- 35 Por otra parte, entre las diversas tecnologías para mejorar la eficacia de transmisión que están siendo estudiadas actualmente, la tecnología de MIMO que usa múltiples antenas tanto en un transmisor como en un receptor es más digna de atención como un método que mejora notablemente la capacidad de comunicación y el rendimiento de transmisión/recepción sin aumento adicional de asignación de frecuencias o de consumo de potencia.

La figura 1 es una vista que ilustra una configuración de un sistema general de comunicación de MIMO.

- 40 Si los números de antenas de transmisión y recepción se aumentan simultáneamente a N_T y N_R , respectivamente, se aumenta una capacidad teórica de transmisión de canal en proporción al número de antenas, a diferencia del caso en que o bien solo un transmisor o un receptor utilice múltiples antenas. Por lo tanto, se puede aumentar la velocidad de transmisión y se puede mejorar notablemente la eficacia en frecuencia. La velocidad de transmisión debida al aumento de la capacidad de transmisión de canal puede ser teóricamente aumentada en un valor obtenido multiplicando el siguiente aumento de velocidad R_i por una velocidad de transmisión máxima R_0 cuando se usa una antena.

- 50 **Ecuación 1**

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

Por ejemplo, un sistema de comunicación de MIMO que utilice 4 antenas de transmisión y 4 antenas de recepción puede obtener teóricamente 4 veces la velocidad de transmisión de un sistema de una sola antena.

Desde que un aumento en la capacidad teórica del sistema de antenas múltiples se demostró primeramente a mediados de los años 1990, han sido desarrolladas activamente varias técnicas para mejorar sensiblemente la velocidad de transmisión de datos. Varias de estas técnicas han sido ya aplicadas a una diversidad de normas de comunicación inalámbrica tales como la comunicación con móviles de 3ª generación y la red de área local inalámbrica de siguiente generación.

Hasta ahora la investigación referida a tecnologías de antenas múltiples ha sido realizada activamente en muchos aspectos, incluyendo investigación en teoría de información relacionada con el cómputo de comunicación de n antenas múltiples en varios entornos de canal y en entornos de acceso múltiples, investigación en la medición de canal inalámbrico e introducción de modelo de un sistema de antenas múltiples, e investigación en tecnologías de tratamiento de señales de espacio-tiempo para mejorar la fiabilidad de transmisión y la velocidad de transmisión.

La tecnología de antenas múltiples incluye un esquema de diversidad espacial para aumentar la fiabilidad de transmisión utilizando símbolos que pasan a través de varias trayectorias de canal y un esquema de multiplexación espacial para mejorar la velocidad de transmisión transmitiendo simultáneamente una pluralidad de símbolos de datos utilizando una pluralidad de antenas de transmisión. Recientemente, se ha realizado la búsqueda de un método de combinar los esquemas anteriormente descritos para beneficiarse de los respectivos esquemas.

Ahora se dará en detalle una descripción de los esquemas anteriormente mencionados.

En primer lugar, el esquema de diversidad espacial incluye un método de codificación en bloque de espacio-tiempo, y un método de codificación reticular (tellis coding) que usa tanto una ganancia de diversidad como una ganancia de codificación. La codificación reticular es generalmente excelente en términos de la mejora de una tasa de errores de bits y el grado de libertad en la generación de códigos, pero el método de codificación en bloque de espacio-tiempo es simple en términos de cómputo. La ganancia de diversidad espacial se puede obtener hasta la extensión correspondiente a una multiplicación ($N_T \times N_R$) del número N_T de antenas de transmisión y el número N_R de antenas de recepción.

En segundo lugar, el esquema de multiplexación espacial transmite diferentes flujos de datos a través de respectivas antenas de transmisión. En este momento, en un receptor, puede ser generada interferencia mutua entre datos que son simultáneamente transmitidos desde un transmisor. Entonces el receptor elimina la interferencia utilizando métodos de tratamiento de señal apropiados y recibe los datos. El receptor usado para eliminar la interferencia incluye un receptor de probabilidad máxima, un receptor de forzamiento a cero (ZF), un receptor de errores cuadráticos medios mínimos (MMSE), un receptor de espacio-tiempo en capas de laboratorios Bell, diagonal (D-BLAST), y un receptor de espacio-tiempo en capas de laboratorios Bell, vertical (V-BLAST). Concretamente, si el transmisor puede reconocer información de canal, se puede usar un método de descomposición de valor singular (SVD) para eliminar la interferencia.

En tercer lugar, se puede utilizar una combinación del esquema de diversidad espacial y el esquema de multiplexación espacial. Si se obtiene solo la ganancia de diversidad espacial, se satura gradualmente una ganancia de mejora de rendimiento causada por un aumento en un orden de diversidad. Si se obtiene solo la ganancia de multiplexación espacial, se disminuye la fiabilidad de transmisión de un canal inalámbrico. Por lo tanto, se realizaron estudios sobre un método para resolver estos defectos y obtener simultáneamente aquellas dos ganancias. Como consecuencia, han sido utilizadas una diversidad de transmisión espacio-tiempo doble (doble-STTD) y una modulación codificada intercalada de bits espacio-tiempo (STBICM).

En el sistema de antenas múltiples anteriormente mencionado, el lado de transmisión precodifica datos de transmisión y a continuación transmite los datos precodificados, y el lado de recepción recibe los datos usando una matriz de precodificación (o vector de precodificación) utilizada en el lado de transmisión.

Por otra parte, la matriz de precodificación para realizar la precodificación utiliza una de las matrices de precodificación que están especificadas en la forma de libros de códigos que es prescrita tanto por el lado de transmisión como por el lado de recepción. Un modo de transmisión del lado de transmisión puede ser dividido en un modo de transmisión en bucle abierto y un modo de transmisión en bucle cerrado de acuerdo con que la matriz de precodificación usada por el lado de transmisión demande información de retroalimentación desde el lado de recepción.

En el modo de transmisión en bucle abierto, el lado de transmisión transmite señales usando una matriz de precodificación sin utilizar información de retroalimentación del lado de recepción. Sin embargo, en el modo de transmisión en bucle cerrado, el lado de recepción indica una matriz (o matrices) de precodificación concreta entre libros de códigos previamente especificados de acuerdo con una señal de recepción retroalimentando información de canal, etc., y el lado de transmisión transmite señales usando la información de retroalimentación.

El modo de transmisión en bucle abierto y el modo de transmisión en bucle cerrado pueden tener diferentes requisitos. Sin embargo, el modo de transmisión en bucle abierto y el modo de transmisión en bucle cerrado no tienen subconjuntos de código separados de acuerdo con modos de transmisión. Por lo tanto, la información de retroalimentación del lado de recepción en el modo de transmisión en bucle cerrado ha de usar una gran cantidad de

información con el fin de indicar una matriz de premodificación usada entre todas las matrices de premodificación que incluyen el libro de códigos y de ese modo se puede generar sobrecarga.

5 El documento US 2006/270360 A1 puede describir un aparato y un método para transmitir/recibir datos en un sistema de comunicación con móviles utilizando antenas múltiples. Un receptor estima un canal de desvanecimiento de datos recibidos, selecciona un conjunto ponderal relativo a una velocidad máxima de transmisión de datos de al menos un conjunto ponderal con elementos de una pluralidad de vectores ponderales ortogonales y transmite información de retroalimentación que incluye el conjunto ponderal seleccionado e información de estado canal por canal a un transmisor. El transmisor desmultiplexa datos para ser transmitidos sobre una base de información de retroalimentación en al menos un sub-flujo de datos, multiplica cada sub-flujo de datos por un peso asociado y transmite los datos.

10 El documento US 2007/274411 A1 describe un esquema de precodificación basado en desplazamiento de fase en un lado de transmisión y un lado de recepción que tiene menos complejidad que el de un esquema de codificación de espacio-tiempo. El esquema de precodificación puede soportar varias velocidades de multiplexación espacial mientras mantiene las ventajas del esquema de diversidad de desplazamiento de fase, y tiene menos sensibilidad de canal y solo requiere un libro de códigos de baja capacidad.

15 El documento US 2005/013352 A1 puede describir un método, una disposición y un controlador para controlar recursos de comunicación, tales como recursos de comunicación espacial y temporal de un sistema de telecomunicaciones. Se determina una medida de rendimiento que caracteriza un canal de comunicación entre un primer transmisor-receptor y un segundo transmisor-receptor. El canal de comunicación incluye modulación y son distribuidos símbolos de modulación para usar en al menos dos pautas de radiación. Las medidas de rendimiento son sensibles a la modulación y son la base para controlar los recursos de comunicación.

20 Documento "3ª Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (Versión 8)", 3GPP STANDARD; 3GPP TS 36.213, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES, F-06921 SOFHIA-ANTIPOLIS CEDEX, FRANCIA, No. V8.2.0, 1 de marzo de 2008 (01-03-2008), páginas 1 – 31, XP050377557, se refiere a las características de los procedimientos de capa física en los modos FDD y TFF de E-UTRA.

25 Documento "3ª Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Versión 8)", 3GPP STANDARD; 3GPP TS 36.211, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES, F-06921 SOFHIA-ANTIPOLIS CEDEX, FRANCIA, No. V8.2.0, 1 de marzo de 2008 (01-03-2008), páginas 1 – 65, XP050377534, se refiere a los canales físicos para UTRA desarrollado.

Descripción

Problema técnico

35 Un objeto de la presente invención ideado para resolver el problema se basa en proporcionar un método para reducir la sobrecarga de retroalimentación anteriormente descrita especificando subconjuntos separados de libros de códigos con respecto a un modo de transmisión en bucle abierto y un modo de transmisión en bucle cerrado.

40 Los subconjuntos de libros de códigos para respectivos modos de transmisión deben ser determinados de acuerdo con características de los modos de transmisión. De ese manera, otro objeto de la presente invención ideado para resolver el problema reside en proporcionar un método para seleccionar de manera eficaz un subconjunto de libros de códigos utilizado para cada modo de transmisión a partir de una especificación de libro de códigos existente.

Solución técnica

El objeto de la presente invención se puede conseguir proporcionando métodos de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

45 En un ejemplo, un método para transmitir señales incluye: seleccionar una matriz de precodificación prescrita de un libro de códigos que está predeterminado entre un lado de transmisión y un lado de recepción; y realizar precodificación con respecto a una señal de transmisión usando la matriz de precodificación seleccionada, en el que la matriz de precodificación se selecciona de diferentes subconjuntos del libros de códigos con dependencia de si el lado de transmisión utiliza un modo de transmisión en bucle abierto o un modo de transmisión en bucle cerrado.

50 Si el lado de transmisión transmite señales usando dos antenas de transmisión, el libro de códigos puede utilizar la siguiente tabla:

Índice de libro de códigos	Número de Rango	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	

Si el lado de transmisión utiliza el modo de transmisión en bucle cerrado, el lado de transmisión puede no emplear una matriz de precodificación correspondiente al índice 0 para el número de caso de rango 2 (en lo que sigue, rango-2) en el libro de códigos. Si el lado de transmisión utiliza el modo de transmisión en bucle abierto, la

- 5 realización de precodificación puede usar una matriz de precodificación fija, preferiblemente $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$.

Si el lado de transmisión transmite señales usando dos antenas de transmisión y utiliza el modo de transmisión en bucle cerrado, la matriz de precodificación usada para precodificación puede ser seleccionada de un subconjunto mostrado en la siguiente tabla:

Índice de libro de códigos	Número de Rango	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	

- 10 Si el lado de transmisión utiliza el modo de transmisión en bucle cerrado, el método para transmitir señales puede comprender además recibir información de retroalimentación para seleccionar la matriz de precodificación del lado de recepción, en el que la información de retroalimentación puede tener dos bits para rango-2 y un bit para rango-1.

- 15 En otro ejemplo, se proporciona aquí un método para transmitir información de retroalimentación, que comprende: generar información de retroalimentación acerca de una matriz de precodificación prescrita para ser usada por un lado de transmisión de acuerdo con una señal de recepción, desde un libro de códigos que está predeterminado

entre el lado de transmisión y un lado de recepción; y transmitir la información de retroalimentación generada acerca de la matriz de precodificación al lado de transmisión, en el que el libro de códigos se establece para emplear diferentes subconjuntos para los casos en que se usa el modo de transmisión en bucle cerrado y en que se usa el modo de transmisión en bucle abierto, y en el que la información de retroalimentación acerca de la matriz de precodificación se establece para indicar una matriz de precodificación concreta dentro del subconjunto usado para el modo de transmisión en bucle cerrado en el libro de códigos.

Si el lado de transmisión transmite señales usando dos antenas de transmisión, el libro de códigos puede utilizar la siguiente tabla:

Índice de libro de códigos	Número de Rango	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -1 \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	

y el subconjunto usado para el modo de transmisión en bucle cerrado puede excluir una matriz de precodificación correspondiente al índice 0 para rango-2 en el libro de códigos.

La información acerca de la matriz de precodificación puede tener una longitud de dos bits para rango-2 y una longitud de un bit para rango-1.

Efectos ventajosos

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, la sobrecarga de retroalimentación puede ser reducida usando subconjuntos de libro de códigos dependiendo de si el lado de transmisión emplea un modo de transmisión en bucle abierto o un modo de transmisión en bucle cerrado. Y el rendimiento del sistema puede ser mejorado usando un subconjunto de libro de códigos optimizado para cada modo de transmisión.

Descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan, que están incluidos para proporcionar una mejor comprensión de la invención, ilustran realizaciones de la invención y, juntamente con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

En los dibujos:

La figura 1 una vista que ilustra una configuración de un sistema general de comunicación de MIMO; y

La figura 2 es una vista que explica el concepto de un método de establecer y usar subconjuntos de libros de códigos según los modos de transmisión de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Modo para la invención

Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones ejemplares de la presente invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos que se acompañan. La descripción detallada, que se dará a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, está destinada a explicar realizaciones ejemplares de la presente invención, más bien que mostrar las únicas realizaciones que pueden ser ejecutadas en la práctica de acuerdo con la invención.

5 La siguiente descripción detallada incluye detalles concretos con el fin de proporcionar una comprensión a fondo de la presente invención. Sin embargo, resultará evidente para los expertos en la técnica que la presente invención puede ser practicada sin tales detalles concretos. En algunos casos, se omiten estructuras y dispositivos conocidos o se muestran en forma de diagrama de bloques, incidiendo en características importantes de las estructuras y dispositivos, de manera que no se oscurezca el concepto de la presente invención. Se usarán los mismos números de referencia en toda esta memoria para referirse a las mismas o similares partes.

10 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para reducir la sobrecarga de retroalimentación especificando subconjuntos separados de libros de códigos de acuerdo con los modos de transmisión, basándose en el reconocimiento de que se necesitan diferentes requisitos para un modo de transmisión en bucle abierto y un modo de transmisión en bucle cerrado. A este fin, se dará una descripción de un método que usa subconjuntos separados de un libro de códigos separado en un sistema actual de evolución a largo plazo de proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP LTE). Sin embargo, la siguiente descripción puede ser aplicada no solo al sistema de LTE de 3GPP, sino que es selectivamente aplicable a cualesquiera sistemas en los que un lado de transmisión transmita señales usando precodificación y un modo de transmisión en bucle abierto o un modo de transmisión en bucle cerrado

15 El sistema actual de LTE de 3GPP especifica un libro de códigos para dos antenas de transmisión (2-Tx) como sigue:

Tabla 1

Índice de libro de códigos	Número de rango	
	1	2
0	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	-
4	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	-
5	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-

20 Como se indica en la Tabla 1, el libro de códigos de 2-Tx incluye 6 vectores para transmisión de rango-1 y 3 matrices para transmisión de rango-2. Suponiendo que se realiza aplicación de rango semi-estático, son necesarias sobrecarga de retroalimentación de 3 bits y sobrecarga de retroalimentación de dos bits para rango-1 y rango-2, respectivamente. La expresión 'vector de precodificación' se refiere a una matriz específica en la que el número de columnas es 1 entre 'matrices de precodificación'. En lo que sigue, se hará referencia al vector de precodificación como la matriz de precodificación, a menos que tal uso cause confusión.

25 Sin embargo, algunas matrices específicas de precodificación en el libro de códigos indicado en la Tabla 1 no son apropiadas para transmisión en bucle cerrado en términos de operación del sistema. Por ejemplo, matrices de selección de antena para rango-1, especialmente matrices de selección de antena tales como matrices de índice 0 e índice 1 para rango-1 en la Tabla 1, no son apropiadas cuando se ejecutan en la práctica. Además, una matriz correspondiente al índice 1 para rango-2, que es una matriz de identidad, puede no ser apropiada porque la matriz de identidad no produce ganancia de precodificación alguna en un sistema en bucle cerrado. Sin embargo, la matriz

de identidad anteriormente descrita puede proporcionar una ganancia de multiplexación espacial en un sistema de bucle abierto debido a que la matriz de identidad no forma patrones de haz en un entorno correlacionado.

5 La presente invención proporciona un método para reducir la sobrecarga de retroalimentación empleando subconjuntos de libros de códigos separados de acuerdo con los modos de transmisión, basándose en el reconocimiento de que existen matrices de precodificación inapropiadas para cada modo de transmisión. En particular, puesto que la información de retroalimentación es necesaria solo en un modo de transmisión en bucle cerrado, se dará principalmente una descripción del modo de transmisión en bucle cerrado.

Un libro de códigos propuesto de acuerdo con una realización de la presente invención, basado en la descripción anteriormente citada, es como sigue.

10

Tabla 2

Índice de de libro de códigos	Número de Rango	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	

15

Comparado con el libro de códigos de la Tabla 1, el libro de códigos de la Tabla 2 no incluye matrices de selección de antena correspondientes al índice 0 y al índice 1 para rango-1 en la Tabla 1, que no sean apropiadas para usar tanto en el modo de transmisión en bucle abierto como en modo de transmisión en bucle cerrado. Sin embargo, en una realización de la presente invención, se establece una matriz de identidad de índice 0 para rango-2 en la Tabla 2 para ser usada solo en el modo de transmisión en bucle abierto. A saber, en el modo de transmisión en bucle abierto, un lado de transmisión puede usar fijamente una matriz de índice 0 para rango-2 en la Tabla 2 como una matriz de precodificación, sin tener información de retroalimentación por parte del lado de recepción. Por lo tanto, un subconjunto de libros de códigos utilizado en el sistema de bucle cerrado puede ser expresado como sigue.

20

Tabla 3

Índice de de libro de códigos	Número de Rango	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	

3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	
---	--	--

Como se indica en la Tabla 3, el subconjunto de libros de códigos utilizado en el sistema de bucle cerrado incluye cuatro matrices de precodificación para rango-1 y dos matrices de precodificación para rango-2. Por lo tanto, el lado de recepción requiere información de retroalimentación de dos bits para rango-1 e información de retroalimentación

5 de un bit para rango-2. En el modo de transmisión en bucle abierto se utiliza una matriz $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ como una matriz de precodificación fija sin retroalimentación de índice de precodificación.

La realización de la presente invención se puede resumir como sigue.

La figura 2 es una vista que explica el concepto de un método de establecer y usar subconjuntos de libros de códigos según los modos de transmisión de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención.

10 Las matrices de precodificación que no son apropiadas para usar ya sea en el modo de transmisión en bucle abierto o en el modo de transmisión en bucle cerrado pueden ser eliminadas de un libro de códigos actualmente usado, mostrado en el lado izquierdo de la figura 2. En una realización ejemplar de la presente invención, se eliminan las matrices de selección de antena correspondientes al índice 0 y al índice 1 para el rango-1. Un libro de códigos en el que se eliminan matrices de precodificación innecesarias se muestra en el lado derecho de la figura 2.

15 Sin embargo, puesto que existen matrices de precodificación inapropiadas para cada modo de transmisión incluso en el libro de códigos en el que son eliminadas las matrices de precodificación innecesarias, el ejemplo de realización de la presente invención propone un método de establecer y utilizar subconjuntos separados de libros de códigos de acuerdo con los modos de transmisión. En la figura 2, se usa una matriz de identidad correspondiente al índice 0 para rango-2 como una matriz de precodificación fija en el modo de transmisión en bucle abierto y la matriz de identidad se elimina en el modo de transmisión en bucle cerrado. Un lado de recepción en el modo de
20 transmisión en bucle cerrado puede expresar matrices de precodificación a través de información de retroalimentación de dos bit para rango-1 e información de retroalimentación de un bit para rango-2.

Por otra parte, en un sistema de antenas múltiples, capa se refiere a diferente información transmitida simultáneamente a través de múltiples antenas y rango se refiere al número de canales independientes. Más concretamente, en un sistema de antenas múltiples que transmite señales a través de un canal H usando N_T
25 antenas de transmisión y N_R antenas de recepción, se satisface la siguiente relación:

$$(\text{número de capas}) \leq \text{Rango}(H) \leq \min(N_T, N_R).$$

Sin embargo, se supone que el número de rango corresponde al número de capas en la Tabla 2, en la Tabla 3 y en la figura 2. El número de rango en la Tabla 2 y en la Tabla 3 puede ser cambiado al número de capas como sigue.

30 Tabla 4

Índice de de libro de códigos	Número de capas u	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$

3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	
---	--	--

Tabla 5

Índice de libro de códigos	Número de capas ν	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	

La Tabla 4 y la Tabla 5 corresponden a la Tabla 2 y la Tabla 3, respectivamente.

- 5 En la realización anteriormente descrita, aunque la cantidad de información de retroalimentación para rango-2 se describe como disminuida a un bit desde dos bits, la cantidad de información de retroalimentación es deseablemente la misma para cada rango de acuerdo con el sistema. En este caso, otra realización de la presente invención propone un método de transmitir información adicional utilizando el número de casos, mientras se mantiene el número de bits de información de retroalimentación para el rango-2 en dos bits. La información adicional puede
- 10 incluir información de versión de intercambio de columnas de índice 0 e índice 1, indicador de flujo fuerte, etc.

Resultará evidente para los expertos en la técnica que se pueden hacer varias modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del espíritu o alcance de la invención. Por tanto, se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones de esta invención siempre que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

15 **Aplicabilidad industrial**

El método de transmisión de señales y el método de transmitir información de retroalimentación de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención pueden reducir la sobrecarga de información de retroalimentación utilizando subconjuntos de libros de códigos especificados para los respectivos modos de transmisión y pueden realizar precodificación optimizada de acuerdo con los modos de transmisión. Es evidente que el método anterior

20 puede ser aplicado no solo a un sistema de LTE de 3GPP, sino también a cualesquiera sistemas de comunicación de antenas múltiples a los que sean selectivamente aplicables el modo de transmisión en bucle abierto y el modo de transmisión en bucle cerrado en un sistema de antenas múltiples que utilice precodificación mediante el mismo principio.

REIVINDICACIONES

1. Un método para transmitir señales, comprendiendo el método:
- seleccionar una matriz de precodificación prescrita de un libro de códigos que está predeterminado entre un lado de transmisión (Tx) y un lado de recepción (Rx);
- 5 realizar la precodificación con respecto a una señal de transmisión utilizando la matriz de precodificación seleccionada;
- transmitir la señal al lado de recepción (Rx) usando dos antenas de transmisión (1, 2),
- en el que
- 10 la matriz de precodificación es seleccionada de diferentes subconjuntos del libros de códigos dependiendo de si el lado de transmisión (Tx) utiliza un modo de transmisión en bucle abierto o un modo de transmisión en bucle cerrado, en el que el libro de códigos utiliza la siguiente tabla:

Índice de de libro de códigos	Número de Rango	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	

- 15 en el que el lado de transmisión (Tx) no emplea una matriz de premodificación correspondiente al índice 0 de rango 2 en el libro de códigos, cuando el lado de transmisión (Tx) utiliza el modo de transmisión en bucle cerrado,
- en el que el lado de transmisión (Tx) utiliza de manera fija la matriz de precodificación para el índice 0 del rango 2 en el libro de códigos, cuando el lado de transmisión (Tx) utiliza el modo de transmisión en bucle abierto, y
- 20 en el que el método comprende además:
- recibir información de retroalimentación para seleccionar la siguiente matriz de precodificación cuando el lado de transmisión (Tx) utiliza el modo de transmisión en bucle cerrado,
- en el que la sobrecarga asociada a la información de retroalimentación para el rango 2 es un bit cuando el lado de transmisión (Tx) utiliza el modo de transmisión en bucle cerrado.
- 25 2. Un método para transmitir información de retroalimentación, comprendiendo el método:
- generar información de retroalimentación acerca de una matriz de precodificación prescrita para ser usada por un lado de transmisión (Tx) de acuerdo con una señal recibida, desde un libro de códigos que está predeterminado entre el lado de transmisión (Tx) y un lado de recepción (Rx), en el que la señal de recepción es transmitida utilizando dos antenas de transmisión (1, 2) desde el lado de transmisión (Tx); y

transmitir la información de retroalimentación generada acerca de la matriz de precodificación al lado de transmisión (Tx),

en el que,

5 el libro de códigos es establecido para emplear diferentes subconjuntos para los casos en que se usa un modo de transmisión en bucle cerrado y en que se usa un modo de transmisión en bucle abierto, y

en el que la información de retroalimentación acerca de la matriz de precodificación es establecida para indicar una matriz de precodificación específica dentro del subconjunto usado para el modo de transmisión en bucle cerrado en el libro de códigos,

en el que el libro de códigos utiliza la siguiente tabla:

Índice de libro de códigos	Número de Rango	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	

10 en el que el subconjunto utilizado para el modo de transmisión en bucle cerrado excluye la matriz de precodificación correspondiente al caso de índice 0 de rango 2 en el libro de códigos,

en el que el subconjunto utilizado para el modo de transmisión en bucle abierto incluye solo la matriz de precodificación correspondiente al índice 0 de rango 2 en el libro de códigos,

15 en el que la sobrecarga asociada con la información de retroalimentación para el rango 2 es un bit cuando el lado de transmisión (Tx) utiliza el modo de transmisión en bucle cerrado.

FIG. 1

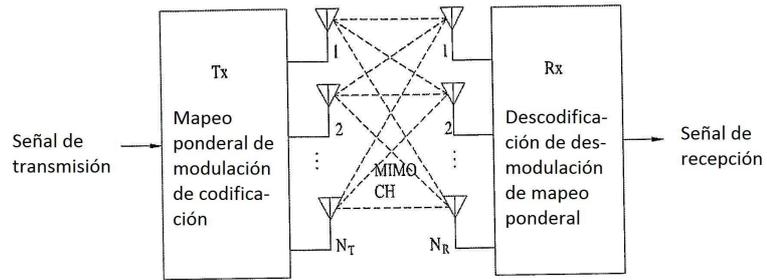


FIG. 2

